COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CENT QUARANTE-TROISIÈME.

JUILLET — DÉCEMBRE 1906.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1906

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 JUILLET 1906.

PRÉSIDENCE DE M. H. POINCARÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Cultes** adresse une ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection que l'Académie a faite de M. *D. Gernez*, pour remplir, dans la Section de Physique, la place laissée vacante par le décès de M. *P. Curie*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **D. Gernez** prend place parmi ses Confrères.

PHYSIQUE. — *Complément aux Notes des 21 mai et 11 juin 1906 relatives à la discontinuité des chaleurs spécifiques des fluides.* Note de M. **E.-H. Amagat.**

Je crois devoir ajouter quelques mots d'explication relativement aux susdites Notes, notamment en ce qui concerne un point traité au dernier paragraphe de celle du 21 mai, dont le texte, par suite d'une coupure trop rapidement faite au dernier moment, peut conduire à une interprétation inexacte de ma pensée.

Si, comme cela pourrait résulter de la confusion faite plusieurs fois, ainsi que je l'ai déjà dit, entre la chaleur spécifique normale c et la limite de la chaleur spécifique sous volume constant d'un mélange de liquide et de vapeur quand arrivant en A (*loc. cit.*) la vapeur a disparu, on considère cette dernière limite comme une chaleur spécifique proprement dite, on arrive à ce résultat inacceptable, qu'un liquide, dans des conditions d'identité évidentes, a deux chaleurs spécifiques normales sous pression constante.

En admettant, comme l'hypothèse en a déjà été faite, le raccordement des tronçons de l'isotherme, plusieurs difficultés d'interprétation disparaissent, les valeurs de la chaleur spécifique normale deviennent, en coupant la courbe de saturation, continues avec celles de c_1, en même temps que l'emploi de la relation (4) pour calculer les valeurs de $(c - c_1)$ deviendrait légitime puisque les relations (3) et (4) seraient alors identiques; ceci bien entendu en considérant la chaleur spécifique comme normale jusqu'à la courbe de saturation, c'est-à-dire en évitant toute confusion dans le cas où la forme du raccordement conduirait à considérer deux séries de valeur de la chaleur spécifique dont l'une sur la courbe ββ (voir *loc. cit.*).

Les chaleurs c_1 et c_1' que, pour éviter toute confusion, j'ai appelées *chaleurs spécifiques sous pression constante de seconde espèce*, rappelant ainsi qu'elles sont les limites de quantités de chaleur fournies sous volume constant, et réservant le nom de *chaleurs spécifiques normales* à c et c', ne sont point en réalité des chaleurs spécifiques proprement dites, ainsi qu'il est facile de s'en rendre compte.

Dans l'expression de l'une des discontinuités $c_1 - c$ par exemple,

$$c_1 - c = \mathrm{AT}\frac{du}{dt}\left[\left(\frac{dp}{dt}\right)_v - \frac{dp}{dt}\right]$$

Le terme $AT \frac{du}{dt} \frac{dp}{dt}$ représente ce que devient à la limite la quantité de chaleur fournie pour le changement d'état, cette quantité reste évidemment finie à la limite; une partie de la valeur de c_1 est donc relative au changement d'état, par suite, sans même insister sur la signification du premier terme qui ne tend pas davantage vers zéro, on voit que c_1 n'est pas une chaleur spécifique proprement dite; au surplus il est facile de voir que, intérieurement à la courbe de saturation, la chaleur spécifique normale n'a plus à proprement parler de sens, elle ne correspond à aucune transformation possible; si en A, en effet, on passe à volume constant de T à $T + \Delta T$, cela ne peut être qu'en suivant la ligne extérieure AC; si, au contraire, on refroidit depuis B à volume constant suivant BD, il se forme forcément une quantité de vapeur correspondant au segment AD et l'on retombe sur la chaleur spécifique de seconde espèce; la chaleur spécifique sous pression constante n'a du reste pas plus de sens à l'intérieur de la courbe de saturation, il n'y a même plus lieu de considérer ici une limite analogue à c_1; c'est ce que j'ai exprimé peut-être trop brièvement dans ma dernière Note (11 juin) en disant : « Il n'y a donc qu'une chaleur spécifique sous pression constante et par suite, en un point A de la courbe de saturation, quatre chaleurs spécifiques m, C, c et c_1 correspondant aux quatre chemins : AB, AEB, ACB et ADB, par lesquels on peut aller du point A au point B. »

Je pense qu'après ces explications aucun malentendu ne peut subsister.

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'hydrogène sulfuré sur quelques oxydes métalliques et métalloïdiques. — Applications aux phénomènes volcaniques et aux eaux thermales.* Note de M. **Armand Gautier**.

Le gaz hydrogène sulfuré a été souvent signalé dans les émanations volcaniques. J'ai montré [1] qu'il se rencontre en faible proportion dans les gaz qui se forment lorsqu'on chauffe dans le vide la poudre des roches primitives (granit, porphyres, etc.) Il résulte aussi de l'action de la vapeur d'eau au rouge sur les sulfures des métaux qui décomposent l'eau [2]. Il est d'ailleurs certain que les vapeurs de soufre et le gaz hydrogène se rencontrent dans les terrains volcaniques et que, partout où leur mélange

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 60 et suivantes. — *Ibid*, p. 191.
(2) *Comptes rendus*, t. CXLII, p. 1466.

arrive au voisinage du rouge, ces deux corps s'unissent pour former de l'hydrogène sulfuré.

Il semble donc intéressant de savoir comment se comporte ce corps en présence des oxydes métalliques ou métalloïdiques (Fe^2O^3 ; Al^2O^3 ; H^2O ; CO ; CO^2 ; SiO^2, etc.) qu'il rencontre partout à haute température dans les régions profondes du globe.

A. *Action de l'hydrogène sulfuré sur les oxydes de fer.* — On sait qu'au rouge naissant la vapeur d'eau en excès lorsqu'elle agit sur les sulfures de fer les transforme en oxyde magnétique Fe^3O^4 avec mise en liberté d'hydrogène et d'hydrogène sulfuré (1).

La réaction au rouge blanc de l'hydrogène sulfuré agissant en masse sur l'oxyde de fer magnétique est inverse de la précédente. Il se fait du sulfure de fer FeS mélangé quelquefois d'un sous-sulfure, en même temps qu'il se dégage de l'acide sulfureux et de l'hydrogène libre. Voici d'ailleurs deux analyses des gaz obtenus dans ces conditions avec des quantités variables d'oxyde de fer et d'hydrogène sulfuré :

	I.	II.
SO^2	12,86	82,66
H^2	85,05	17,15
Azote (de l'air de l'appareil)	2,08	0,16

Il se fait un peu d'un sous-sulfure de fer, mais pas de fer réduit. En effet, pulvérisé et attaqué à chaud par une solution concentrée d'acide borique, le sulfure de fer qui reste dans la nacelle ne donne pas, à chaud, d'hydrogène libre (2).

L'hydrogène sulfuré, en passant au rouge blanc sur l'oxyde ferrique Fe^2O^3, le transforme en protosulfure cristallisé FeS, tandis qu'il se dégage de l'acide sulfureux et de l'hydrogène.

Ce sulfure analysé a donné $Fe = 64,57$; $S = 35,45$, au lieu de $Fe = 63,63$; $S = 36,36$ que demande le protosulfure FeS.

Abstraction faite de l'hydrogène sulfuré qu'on envoyait dans l'appareil, les gaz formés avaient la composition suivante :

SO^2	11,24
H	88,34
Azote	0,45

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 90.

(2) Voir A. Gautier et Hallopeau, *Comptes rendus*, t. CVIII, p. 808.

La réaction de H^2S sur le peroxyde de fer à haute température peut donc être représentée par l'équation :

$$2Fe^2O^3 + 7H^2S = 4FeS + 3SO^2 + 7H^2.$$

Chose remarquable, dans toutes ces réactions où l'acide sulfureux prend naissance au rouge vif, il se fait toujours un peu d'acide sulfurique. Pour séparer SO^2 et SO^3 de H^2S, nous faisons barboter les gaz, à la sortie de l'appareil, dans une solution d'acétate de baryum qui retient les acides sulfureux et sulfurique; les autres gaz, y compris l'hydrogène sulfuré, quand il y en a, se dégagent. Après l'expérience, on lave le précipité barytique à l'abri de l'air, et finalement on le traite par une solution étendue d'acide chlorhydrique. Il dissout le sulfite qu'on peut alors titrer à l'iode, et laisse le sulfate mêlé d'un peu de soufre qu'on n'a plus qu'à laver, calciner et peser.

La quantité d'acide sulfurique qui se forme dans ces conditions expérimentales a été de 1 volume pour 18, 2 volumes de gaz total. Quoiqu'en proportion relativement faible, il est bien remarquable de voir ainsi l'acide sulfurique se produire à chaud aux dépens de SO^2 et à l'abri de tout accès d'oxygène de l'air. On sait, du reste, que l'acide sulfurique libre a été signalé par J.-B. Boussingault (1) dans les eaux du Rio Vinagre qui sortent du volcan de Puracé; par Leschenault, dans l'eau du lac du cratère Idienne à Java; par Lœwy (2), dans l'eau thermale du Parama de Ruiz (Amérique du Sud), et même, à certaines époques, dans les eaux de la mer qui baigne les îles de Mylos et de Santorin (3).

Action de H^2S *sur* Al^2O^3. — Nous allons y revenir à propos des réactions de l'hydrogène sulfuré sur la silice et les silicates.

Action de l'hydrogène sulfuré au rouge sur la vapeur d'eau. — Elle a été déjà étudiée par nous (4). Je rappelle qu'il en résulte de l'acide sulfureux et de l'hydrogène libre, avec une très faible proportion d'acide sulfurique.

Action de l'hydrogène sulfuré sur la silice, l'alumine et les silicates d'alumine. — Nous avons montré, en 1888 et 1901, comment le soufre associé aux éléments électro-positifs, comme dans CS^2 ou H^2S, agit sur la silice, l'alumine et les silicates (5). Dans tous les cas, tout ou partie de

---

(1) BOUSSINGAULT, *Annales de Chimie et de Physique*, 2e série, t. XXVIII, p. 113.

(2) *Comptes rendus*, t. XXIV, p. 449. Cette eau contenant 5,18 de SO^4H^2 par litre.

(3) LANDERER, *Journal de Pharmacie*, 3e série, t. XX, p. 287.

(4) *Comptes rendus*, t. CXLII, p. 1469.

(5) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 744.

l'oxygène de ces derniers corps est remplacé par du soufre tandis qu'il se dégage de l'acide sulfureux, de l'hydrogène, et de l'oxysulfure de carbone si le sulfure de carbone est le réducteur employé. Avec la silice il se fait du sulfure et de l'oxysulfure de silicium SiO^2, SiS^2. Avec l'alumine, on obtient de l'oxysulfure Al^2O^3, Al^2S^3. La réaction qui lui donne naissance est la suivante :

$$4 Al^2O^3 + 9 H^2S = 2 Al^2O^3, Al^2S^3 + 3 SO^2 + 9 H^2;$$

les silicates alumineux naturels subissent eux-mêmes partiellement cette substitution du soufre à leur oxygène et perdent une partie de leur silice qui se sépare à l'état d'oxysulfure.

Action de l'hydrogène sulfuré sur l'acide carbonique au rouge blanc. — L'étude de cette réaction si intéressante au point de vue des phénomènes géologiques ou volcaniques nous a conduit à des résultats imprévus.

Lorsqu'on fait passer un courant d'hydrogène sulfuré, mélangé d'acide carbonique, dans un tube de porcelaine de Berlin vernissé sur ses deux faces et chauffé au rouge blanc, les deux gaz réagissant l'un sur l'autre, il se produit de l'oxyde de carbone, *de l'oxysulfure de carbone,* et une quantité d'eau très notable que l'on peut condenser à la sortie. Il ne se fait pas d'acide sulfureux ([1]).

Voici les analyses de ces gaz, abstraction faite de la vapeur d'eau qu'on avait séparée :

	$H^2S + CO^2$ à vol. égaux.	CO^2 en excès.	H^2S en excès.
CO...........	40,31	62,40	30,20
CO^2..........	21,59	20,10	21,50
H............	38,09	17,49	48,30
Air...........	trace	trace	trace

L'équilibre n'étant que lentement atteint, la composition de ces gaz change sensiblement avec la vitesse de leur passage. Quand l'hydrogène

([1]) Sans doute le gaz sulfureux qui tend à se former est réduit au rouge par l'oxyde de carbone, comme l'a constaté M. Berthelot :

$$2CO + SO^2 = 2CO^2 + S,$$

puis, H^2S continuant à arriver, on a

$$CO^2 + 2H^2S = COS + 2H^2O.$$

sulfuré est amené en excès, sa dissociation augmente naturellement le volume d'hydrogène résiduel.

Il est intéressant de voir l'oxysulfure de carbone se former abondamment dans ces conditions et se maintenir à un taux presque invariable.

L'état d'humidité ou de sécheresse initiale ne modifie pas la réaction. Si l'on sèche exactement les gaz avant leur entrée dans le tube incandescent, l'eau se reforme rapidement et en quantité. Dans une expérience, le volume total des gaz produits (¹) étant de 3855$^{cm^3}$, l'eau formée pesait 3^g,19, répondant à un volume de 3950$^{cm^3}$ de vapeur d'eau calculée à 0°. Le volume de vapeur d'eau formée était donc sensiblement égal à celui de la totalité des autres gaz et à cinq à six fois celui de l'oxysulfure de carbone formé. Ces gaz avaient pour composition :

COS...............	32,65
CO................	53,76
H.................	11,68
Air...............	0,29
Vapeur d'eau restant dans le gaz	le complément

On s'est assuré qu'il n'y avait pas d'hydrocarbures formés (²).

Dans une autre expérience où nous avons fait varier les volumes des gaz $CO^2 + H^2S$ réagissant, nous avons trouvé, pour les gaz sortant de l'appareil, l'eau formée toujours déduite :

	I.	II.	III.
COS.........	22,00	20,6	31,83
CO..........	63,50	54,46	48,22
H...........	10,80	22,48	18,98
Air..........	3,6	2,48	1,21

L'équation de cette réaction est donc la suivante, qui répond à peu près aux volumes relatifs des gaz obtenus au rouge blanc :

$$8CO^2 + 9H^2S + \underset{6\text{ vol.}}{3COS} = \underset{10\text{ vol.}}{5CO} + \underset{2\text{ vol.}}{H^2} + \underset{16\text{ vol.}}{8H^2O} + 9S.$$

(¹) Des gaz sortant de l'appareil, on a déduit le volume de $H^2S + CO^2$, gaz qui pouvaient rester en excès, et qui y avaient été introduits.

(²) D'après le CO^2 restant à la fin, après explosion avec l'oxygène à l'eudiomètre, on avait cru trouver d'abord 1,46 pour 100 de CH^4. Mais on s'est aperçu que ce résultat était dû au gaz CO que n'enlève pas en entier le lavage du gaz primitif au protochlorure de cuivre (voir *Comptes rendus*, t. CXLII, p. 485).

Je ne pourrais affirmer cependant que les volumes relatifs de ces gaz aient atteint leur état définitif d'équilibre au moment où ils étaient recueillis [1].

A propos de ces expériences, il est intéressant de remarquer :

1° La grande quantité d'eau qui résulte de l'action de l'hydrogène sulfuré, ou de l'hydrogène libre [2], sur l'acide carbonique, trois gaz qui se rencontrent toujours à haute température dans les régions profondes des territoires volcaniques. Le volume de l'eau qui se forme est au moins égal au volume total des autres gaz. La quantité d'eau ainsi produite par l'action de l'hydrogène venu de fonds sur l'acide carboniqne suffit donc pour expliquer les volumes énormes d'eau rejetée par les volcans et celle des sources thermales émergentes.

2° La présence de l'oxysulfure de carbone, passée jusqu'ici inaperçue dans la réaction précédente, est d'autant plus intéressante que ce corps a été signalé de temps en temps dans les gaz éruptifs, ainsi que dans quelques eaux sulfureuses de même origine. (Parad, Harany, en Hongrie) [3]. Contrairement à ce qu'on avait cru, le gaz COS ne disparaît pas au rouge, même au contact de la vapeur d'eau, alors qu'à froid, dissous en présence d'une grande masse d'eau, ou conservé humide dans des éprouvettes, il ne tarde pas à se transformer en hydratant, en un mélange d'acide carbonique et d'hydrogène sulfuré, circonstance qui, pensons-nous, l'aura fait souvent échapper aux recherches. Bien loin de se détruire au rouge en présence de l'eau pour donner CO^2 et H^2S, nous le voyons se former, dans nos expériences, à haute température par action inverse de l'hydrogène sulfuré sur l'acide carbonique.

---

(1) KÖHLER (*Berichte*, 1878, p. 205) avait donné de cette réaction l'équation suivante :

$$CO^2 + H^2S = H^2 + CO + S.$$

Elle n'est pas exacte. On a vu plus haut qu'il se fait à la fois de l'eau et de l'oxysulfure de carbone. Ce dernier gaz avait été méconnu jusqu'ici.

(2) *Comptes rendus*, t. CXLII, p. 1384.

(3) Ce gaz doit être beaucoup moins rare qu'on ne le pense dans les gaz volcaniques, mais sa décomposition par la vapeur d'eau le fait assez rapidement disparaître.

MINÉRALOGIE. — *Les produits laviques de la récente éruption du Vésuve.* Note de M. A. LACROIX.

Les phénomènes qui ont caractérisé l'éruption récente du Vésuve étant bien établis ([1]), il y a un intérêt spécial à étudier la composition des produits qui correspondent à chaque phase de celle-ci.

La lave des coulées, les scories des projections stromboliennes. — On sait que, depuis le mois de mai 1905, une colonne de magma fondu s'est maintenue dans le cône terminal, au moins à 1180^m, altitude de la bouche la plus basse, qui a alimenté jusqu'au début d'avril 1906 de petites coulées de lave. A ce moment, le magma est monté plus haut encore, s'approchant du sommet (1330^m); puis, à partir du 4 avril, la colonne magmatique s'est déversée à l'extérieur par de nouvelles bouches de plus en plus basses (1200^m, 800^m, 600^m), chacune d'entre elles cessant de fonctionner quand une nouvelle ouverture se produisait à une altitude inférieure.

C'est donc une colonne de magma d'environ 700^m de hauteur, puis des apports profonds qui ont été émis du 4 au 8 avril. On est en droit de se demander si la composition chimique de la lave résultante a varié et, dans l'affirmative, de quelle façon; ne s'est-il pas produit dans le magma fondu de différenciation ou d'endomorphisme sous l'influence des parois du conduit souterrain? Une semblable recherche, pour être complète, doit s'appuyer sur un grand nombre d'analyses; je crois toutefois utile de publier dès à présent celles faites par le même chimiste (M. Pisani), et par la même méthode (Deville), sur les deux termes extrêmes de la série : *a*, scorie (strombolienne) du début du paroxysme, rejetée près de l'Observatoire : elle m'a été donnée par M. Matteucci; *b*, lave issue de la bouche de 600^m et arrêtée le 8 avril près du cimetière de Torre Annunziata; j'ai prélevé l'échantillon au front de la coulée, sur une surface mise à nu par des travaux de voirie effectués sur la lave encore chaude. Je donne, en outre, comme documents, les analyses des laves de 1631 (*c*) et de 1872 (*d*) dues à M. Washington :

([1]) *Comptes rendus*, t. CXLII, p. 941, 1020 et 1244.

	SiO^2.	Al^2O^3.	Fe^2O^3.	FeO.	MgO.	CaO.	Na^2O.	K^2O.	TiO^2.	P^2O^5.	Perte au feu.	
a.	47,50	18,59	1,52	7,62	3,86	9,16	2,72	7,05	1,05	tr.	1,25	= 100,02
b.	48,28	18,39	1,12	7,88	3,72	9,20	2,84	7,25	1,28	0,51	0,62	= 100,96
c.	47,71	18,44	2,46	5,68	4,80	9,42	2,75	7,64	0,38	»	»	= 99,27
d.	47,65	19,28	2,63	6,68	4,19	9,01	2,78	7,47	tr.	0,50	0,24	= 100,23

Les analyses *a* et *b* sont remarquablement concordantes, et l'on doit s'attendre à trouver des différences plus étendues entre des analyses plus nombreuses; la plus grande différence s'observe dans la teneur en acide phosphorique : elle est très faible dans *a*, mais ce fait n'est sans doute qu'accidentel, l'examen microscopique permettant de voir des cristaux d'apatite dans tous les échantillons de cette scorie que j'ai examinés.

En tous cas, ces analyses montrent nettement la constance de composition du magma, du commencement à la fin du paroxysme : elles mettent, en outre, en évidence la grande analogie de composition existant entre les laves de 1906, de 1631 et de 1872 : elles appartiennent au même groupe de la classification chimico-minéralogique (II, 8, 2, 2, *vésuvose*).

L'examen minéralogique fait voir que cette lave est, comme les précédentes, une *leucotéphrite*, mais dans laquelle l'olivine est très peu abondante, ou même absente. Je me suis surtout attaché à suivre le développement de la cristallisation en comparant entre elles les formes de refroidissement de moins en moins rapide.

Les scories des explosions stromboliennes sont très riches en verre brun : celle analysée en *a* est étirée, fragile, elle s'émiette sous la pression des doigts; une autre, que je dois à M. Mercalli, qui l'a recueillie le 5 avril à la bouche de 1 200^m, est au contraire fort résistante.

Le caractère de ces scories est de renfermer dans leur verre de gros phénocristaux de leucite, d'augite zonée, de titanomagnétite, de contenir une quantité médiocre de plagioclases basiques (labrador à bytownite) et fort peu d'apatite et d'olivine en cristaux nets. Il existe peu ou pas de microlites de leucite, mais une assez grande abondance de petits microlites d'augite à formes très bien définies. Le magma a été surpris en voie de cristallisation normale et tranquille, le refroidissement a été brusque, sans cristallisation au cours du rapide parcours aérien.

Une forme de consolidation moins rapide s'observe dans les coulées (portions scoriacées superficielles, front); la roche est encore plus ou moins chargée de verre brun : elle renferme les mêmes phénocristaux

que les scories, mais ils paraissent y être moins abondants; il existe çà et là un peu de biotite; on observe, en outre, une grande quantité de microlites de leucite, plus riches en inclusions vitreuses que les phénocristaux du même minéral, enfin des microlites, ou plutôt des cristallites, filiformes, d'augite et des microlites de plagioclases.

Quant au type le plus cristallin, il peut être trouvé dans l'intérieur des gros blocs de la surface des coulées, brisés (1) par retrait : c'est une leucotéphrite à grains fins, mais presque holocristalline, plus augitique et plus feldspathique que le type précédent : le verre même des inclusions de la leucite est souvent en partie transformé en granulations d'augite et de titanomagnétite : la roche contient, de même que les précédents, un peu d'olivine microlitique.

De ces observations, on peut conclure, entre autres choses, d'une part que les phénocristaux de leucite sont certainement intratelluriques, mais vraisemblablement de cristallisation peu profonde, puisque la lave rapidement épanchée en renferme généralement moins que les scories rejetées du cratère et, d'une autre part, que la phase microlitique de la leucite n'a véritablement commencé que pendant l'épanchement.

Les scories et les lapillis rejetés sur Ottajano. — Les matériaux constituant la couche de $0^m,70$ qui a écrasé les maisons d'Ottajano, dans la nuit du 7 au 8 avril, ont une composition complexe : on y rencontre, tout à fait à la base, quelques scories noires, ayant la composition minéralogique qui vient d'être décrite; elles sont le résultat des explosions stromboliennes produites avant minuit. Mais la plus grande partie des scories, assez légères, constituant la grande masse de ces matériaux est de composition différente, malgré leur analogie de caractères extérieurs avec les précédentes. A l'œil nu, on y distingue déjà de gros cristaux nets d'augite et souvent des lames de biotite. L'examen microscopique montre, en outre, des cristaux d'apatite, un peu d'olivine, peu de phénocristaux de leucite et de plagioclase. Tous ces minéraux sont disséminés dans une pâte, qui ne devient tout à fait transparente qu'en lames très minces : on y voit alors de petits cristaux de leucite et un lacis d'aiguilles filiformes d'augite et de grains de magnétite.

(1) Il ne s'agit là, bien entendu, ni des enclaves de laves plus anciennes, ni de ces pseudo-bombes à centre ponceux et à écorce compacte, qui sont fréquentes à la surface de la coulée de Boscotrecase, comme de celles de tant d'autres éruptions du Vésuve,

L'analyse de ces scories a fourni les résultats suivants, contrôlés par une seconde analyse faite sur des échantillons différents :

SiO^2.	Al^2O^3.	Fe^2O^3.	FeO.	MgO.	CaO.	Na^2O.	K^2O.	TiO^2.	P^2O^5.	Perte au feu.	
48,10	15,31	3,20	5,45	7,55	12,45	1,98	4,22	1,15	0,12	0,87	= 100,28

Cette composition chimique confirme les résultats de l'examen minéralogique : ces scories appartiennent à un type chimico-minéralogique (III, 7, 3, 3) différent de la lave actuelle, moins riche en alumine, et en alcalis (notamment en potasse), plus riche en magnésie et chaux; ce qui entraîne la diminution des feldspaths et des feldspathoïdes et l'augmentation de la teneur en minéraux ferromagnésiens.

Il faut donc bien admettre, comme je l'ai fait à la suite d'un premier examen sur le terrain, que tous ces matériaux ne sont pas constitués par du magma neuf, mais ont été arrachés au vieux sol et ont été projetés par des explosions vulcaniennes; cela est confirmé du reste par ce fait d'observation que ces matériaux étaient froids quand ils sont arrivés sur Ottajano, ce qui n'eût sans doute pas été le cas pour des projections stromboliennes émises en telle quantité, dans un temps aussi court.

Nous connaissons si peu la composition chimique des roches constituant le massif de la Somma et même les produits des vieilles éruptions du Vésuve, qu'il n'est pas possible de préciser davantage l'origine probable de ces scories. Il n'est pas inutile toutefois de faire remarquer que l'on rencontre au milieu d'elles un assez grand nombre de fragments anguleux de types très variés de leucotéphrites très cristallines et de roches métamorphiques, qui, eux, proviennent incontestablement des parties profondes de la Somma.

Sur les hauteurs dominant Ottajano et par suite plus près du cratère, la proportion et la dimension de ces fragments compacts augmentaient. Quand, après les pluies de la fin d'avril, le lit du torrent a été débarrassé, par les torrents boueux très liquides, des scories légères qui l'encombraient, ces roches lourdes s'y sont concentrées et j'ai pu alors y recueillir en abondance de petits blocs [1] anguleux, atteignant la grosseur du poing, craquelés sur toutes leurs faces et reproduisant le type de structure caractéristique de celles des bombes de la Montagne Pelée, qui étaient consti-

---

(1) Ils étaient imprégnés par des chlorures et sulfates de potassium et de sodium.

tuées par des fragments du dôme, rejetés à l'état entièrement solidifié, mais à température assez haute encore pour pouvoir se fendiller par retrait. C'est là évidemment l'explication à donner de ce type de bombe, très exceptionnel dans un volcan tel que le Vésuve, mais qui s'accorde bien avec la production d'explosions vulcaniennes; ces bombes n'ont certainement pas été arrachées à des tufs, mais résultent du morcellement de coulées ou de filons profonds.

Cendres fines. — Une dernière catégorie de produits reste à étudier, ce sont les cendres fines. Ne me préoccupant dans cette Note que de l'origine des produits des diverses phases de l'éruption, je ne parlerai pas des cendres recueillies au loin, et notamment à Naples. Le transport éolien des poussières fines détermine, en effet, parmi celles-ci un classement, soumis à des lois complexes, qui ne permet guère de compter, pour la question discutée, que sur les échantillons recueillis sur les bords mêmes du cratère. L'analyse suivante a été faite sur la poussière fine ramassée par moi, le 3 mai, sur l'échancrure Nord-Est du cratère, à son point le plus bas (environ 1158^{m}); et qui provient des explosions des jours précédents. Son examen minéralogique y fait reconnaître naturellement les minéraux énoncés plus haut; son étude chimique seule a de l'intérêt.

SiO^2.	Al^2O^3.	Fe^2O^3.	FeO.	MgO.	CaO.	Na^2O.	K^2O.	TiO^2.	P^2O^5.	Cl.	Perte au feu.	
48,00	16,10	3,35	4,90	6,53	11,35	3,04	5,26	1,02	trace	0,49	0,25	= 100,29

Cette composition chimique se rapproche plus de celle des scories d'Ottajano que de celle de la lave actuelle, sans lui être cependant identique. Elle légitime l'idée que l'on peut se faire du mode de formation de cette poussière par la trituration, de la lave récente, et des débris du sommet du cône, mélangés aux produits de l'élargissement et de l'approfondissement du cratère, produits empruntés soit à des laves anciennes du Vésuve, soit à la Somma. Cet ensemble est nécessairement très hétérogène, encore que limité aux termes divers d'une même famille magmatique; il peut être compliqué par des phénomènes de fumerolles. Je discuterai ultérieurement cette question en étudiant la constitution des blocs qui, lors des paroxysmes, accompagnaient cette poussière dans les explosions vulcaniennes.

On voit, en résumé, quel secours se prêtent mutuellement l'observation sur le terrain des phénomènes du dynamisme d'un volcan et l'étude minutieuse dans le laboratoire de l'*ensemble* des produits de l'éruption. La complexité d'origine des matériaux fournis par un même paroxysme apparaît ici nettement, et il n'est pas nécessaire d'insister sur les conclusions singu-

lières auxquelles on serait conduit sur la nature du magma neuf, si l'on se contentait d'étudier l'une ou l'autre seulement des roches, scories ou poussières, décrites plus haut, en les considérant intrinsèquement, sans tenir compte des conditions de leur mise en place.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Le tremblement de terre de la Californie, d'après le rapport préliminaire officiel.* Note de M. **A. DE LAPPARENT.**

Je crois devoir signaler à l'Académie les très importantes conclusions du rapport préliminaire que vient de publier la Commission sismologique de Californie et qui porte les signatures de MM. Andrew Lawson, président, et O. Leuschner, secrétaire (1).

Aussitôt que le désastre de San Francisco fut connu, les géologues qui connaissaient la structure très particulière du sol californien n'hésitèrent pas à y voir un phénomène *orogénique*, dû au mouvement d'un de ces compartiments de l'écorce, limités par des failles, qui abondent sur cette partie de la côte du Pacifique. Mais du même coup on vit renaître à ce sujet les anciennes hypothèses, d'après lesquelles tout tremblement de terre serait la répercussion d'une explosion volcanique souterraine et quelques-uns ne se firent pas faute de faire voyager, à la surface de la nappe fluide interne, des vagues sismiques qui la lanceraient, tantôt contre un point, tantôt contre un autre de l'écorce.

A ces divagations il est salutaire de pouvoir opposer aujourd'hui les résultats de l'enquête poursuivie par la Commission californienne. Les voici résumés en peu de mots :

Le long de la côte de Californie, depuis la pointe Arena au Nord jusqu'au mont Pinos au Sud, se poursuit sur 600^{km}, en ligne droite, un peu oblique sur la direction des chaînons côtiers, une remarquable ligne de dislocation. Cette ligne, qui passe juste devant Golden Gate, est jalonnée sur tout son parcours par une série d'accidents caractéristiques : vallées étroites et longues, changements brusques dans la pente d'un versant, se traduisant par des escarpements, dépressions sans écoulement, petits bourrelets en saillie dans une vallée et limités d'un côté par un escarpement adouci, de l'autre par une dépression qui les sépare

(1) *Preliminary Report of the State Earthquake investigation Commission*, Berkeley, 31 mai 1906.

du versant voisin. Dans les parties désertiques de la chaîne côtière, par exemple dans les plaines de Carissa, ces accidents sont bien connus des populations, qui en ont démêlé le caractère et les appellent *crevasses de tremblements de terre*. L'état des escarpements, les uns remarquablement frais, les autres plus ou moins oblitérés, indique que ces accidents se sont produits depuis les temps quaternaires jusqu'à nos jours.

Or l'enquête a prouvé que la ligne de dislocations qui vient d'être décrite avait rejoué, le 18 avril 1906, au moins sur les 300^{km} compris entre la pointe Arena et le comté de San Benito. Sur toute cette étendue, on constate que, le long d'un plan presque absolument vertical, les deux compartiments en contact ont subi l'un par rapport à l'autre un déplacement horizontal, le compartiment occidental paraissant avoir été poussé, vers le Nord-Est, d'une quantité qui est, en moyenne, de 3^{m}, et peut s'élever, par endroits, jusqu'à 6^{m}. Dans la partie septentrionale, il y a eu un déplacement vertical, qui a relevé le compartiment occidental d'environ 1^{m}. Toutes les haies, les routes, les rivières, les digues, les conduites d'eau, ont été brisées et tordues sur le parcours de la fissure et c'est sur ce parcours que s'est localisé le maximum des effets destructeurs, ces derniers embrassant une aire de 650^{km} de long, sur environ 40^{km} à droite et autant à gauche de la cassure. Une seconde ligne de désastres, parallèle à la première, correspond à l'axe si rectiligne de la baie de San Francisco et à son prolongement dans les vallées Santa Rosa et Santa Clara.

Mieux encore que le tremblement de terre de 1891 au Japon, celui de San Francisco apporte un témoignage décisif en faveur de la nature *tectonique* de ces grands ébranlements de l'écorce terrestre. Il serait à désirer qu'il décourageât pour toujours les explications fantaisistes qui récemment se sont donné carrière.

Signalons en terminant une très importante observation du Rapport.

Les constructions de San Francisco se divisent en quatre catégories :

1° Celles qui sont assises sur la roche en place, garnissant les pentes des collines;

2° Celles qui occupent les vallons compris entre les éperons des collines, vallons peu à peu et lentement remplis par les processus naturels de dégradation des pentes;

3° Celles qui ont été bâties sur les dunes;

4° Enfin celles qui ont pour base les remblais artificiels créés autour de l'enceinte de l'ancienne cité.

Or cette série correspond exactement à l'échelle croissante des effets

destructeurs et l'on en tire d'intéressantes conséquences sur les règles à suivre à l'avenir dans la construction des villes menacées par le même fléau.

CHIMIE ORGANIQUE. — *De quelques réactions synthétiques de la pinacoline.* Note de M. LOUIS HENRY.

On peut s'étonner que la *pinacoline* $C^6H^{12}O$ n'ait pas été davantage jusqu'ici, en sa qualité de *cétone*, $(H^3C)^3.C - CO - CH^3$, l'objet de réactions synthétiques. Elle s'y prête cependant et d'une manière remarquable, comme on va le voir.

A. *Pinacoline et bromure de magnésium-méthyle* $H^3C - Mg.Br.$ — Il résulte de là le *pentaméthyléthanol* $(CH^3)^3.C - \underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{C}}.(CH^3)^2$.

L'addition, par portions successives, de la pinacoline dissoute dans l'éther à la solution éthérée du composé magnésien ne dégage à l'origine que peu de chaleur. La masse reste liquide.

Après l'expulsion de la presque totalité de l'éther, il reste un liquide qui se prend, après quelque temps, spontanément en cristaux. C'est l'*hydrate du pentaméthyléthanol* $[(CH^3)^3 - C - C(OH) - (CH^3)^2].H^2O$, de Bütlerow.

Rendement à peu près intégral.

Le *pentaméthyléthanol* peut aussi être préparé par la réaction de la *cétone biméthylique* $(H^3C)^2.CO$ sur le composé magnésien du *chlorure de butyle tertiaire* $(CH^3)^3.C.Mg.Cl$ dans l'éther.

B. *Pinacoline et acide cyanhydrique.* — On sait avec quelle intensité l'acide cyanhydrique anhydre se combine avec l'acétone $H^3C - CO - CH^3$. Cette aptitude est singulièrement amoindrie dans son dérivé triméthylé, la pinacoline $(H^3C)^3.C - CO - CH^3$. Il en résulte toutefois le *nitrile méthylpseudobutylglycolique* $(H^3C)^3.C - \underset{\displaystyle OH}{C}\begin{smallmatrix} \diagup CN \\ \diagdown CH^3 \end{smallmatrix}$ (1).

On l'obtient aussi avec une solution aqueuse de l'acide à 25 pour 100.

(1) Déjà préparé en 1897 par M. E. Carl' infanti, qui a donné le point de fusion 82°-87°.

On remarquera que le nitrile formé dans ces conditions

$$(H^3C)^3\text{-C-C(OH)}\Big\langle{}^{CN}_{CH^3}$$

renferme 1^at de carbone dissymétrique et doit pouvoir, à ce titre, exister dans deux variétés stéréo-isomères. Peut-être se forme-t-il dans ces circonstances, à côté du produit solide, un même composé affectant l'état liquide.

Le poids moléculaire a été déterminé par la cryoscopie dans l'acide acétique glacial. De diverses déterminations concordantes je ne citerai que la meilleure, 131,7, alors que la formule correspond à 127.

Le *nitrile pinacolique*, ainsi formé du *nitrile méthylpseudobutylglycolique* $(H^3C)^3\text{-C-}\underset{OH}{C}\Big\langle{}^{CN}_{CH^3}$, est un corps solide blanc, qui paraît constitué de petites aiguilles cristallines confuses; sec, il a un aspect gras et ressemble à de la bougie écrasée. Le corps bien purifié fond à 94° en tube capillaire.

Il est insoluble dans l'eau, mais il est très soluble dans l'éther et l'alcool ordinaire et en cristallise mal par évaporation spontanée.

Il se dissout aussi fort bien dans la pétroléine (Eb. : 30° à 50°) et en cristallise par refroidissement sous forme de petites aiguilles. Il est également très soluble dans l'acide acétique glacial; par addition d'eau, il s'en sépare sous forme d'un liquide huileux qui se prend à la longue en une masse solide d'aspect butyreux.

Comme tous les nitriles-alcools tertiaires renfermant le système

$$\text{NC-}\overset{|}{\underset{|}{C}}\text{(OH)},$$

ce corps n'est pas volatil; comme tel il paraît même ne pouvoir pas être chauffé ni maintenu impunément à l'état de fusion, car il exhale alors une odeur prussique plus ou moins prononcée.

Les aptitudes réactionnelles des composants, *alcool* $-\overset{|}{\underset{|}{C}}(OH)$ et *nitrile* —CN, qui sont déjà si amoindries dans le nitrile acétonique $H^3C - C(OH)\Big\langle{}^{CN}_{CH^3}$, le sont bien davantage encore dans son dérivé *triméthylé*, le *nitrile pinacolique* $(CH^3)^3 - C - C(OH)\Big\langle{}^{CN}_{CH^3}$.

Celui-ci peut être fondu dans l'acide chlorhydrique fumant, sans en être

modifié. Quant au chlorure d'acétyle, qui réagit avec moins de difficulté, il faut toutefois chauffer pour déterminer activement le départ de l'acide HCl. Il se forme dans ces conditions l'*acétate* correspondant

$$(H^3C)^3.C-\underset{\underset{O.(CO.CH^3)}{|}}{C}\begin{matrix}\diagup NC\\ \diagdown CH^3\end{matrix}.$$

On y a trouvé 8,20 pour 100 d'azote, alors que la formule en demande 8,28.

Cet *acétate nitrilopinacolique* constitue un liquide faiblement jaunâtre, quelque peu épais, d'une singulière odeur aigre-douce. Il est insoluble dans l'eau et bout à 228°-230°, sous la pression de 770^m.

Ce corps complète la série des acétates des nitriles acétoniques dont j'ai fait connaître les trois premiers termes précédemment.

Sa densité à 20° est égale à 0,9535. Son indice de réfraction est 1,43091, ce qui correspond à un pouvoir réfringent moléculaire égal à 45,80; selon la formule ce devrait être 46,78.

La stabilité de cet acétate contraste d'une manière intéressante avec l'instabilité du dérivé hydroxylé correspondant.

Les réactions que je viens de faire connaître apportent une confirmation nouvelle à la nature *cétone* de la pinacoline. Ce corps si remarquable par son origine et ses propriétés, sur lequel s'est tant exercée l'activité des chimistes, est bien, comme on l'admet généralement, l'acétone *biméthylique triméthylée* 1.1.1 $(CH^3)^3-CO-CH^3$. Elle n'exerce pas d'autre fonction.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Correspondant pour la Section d'Astronomie, en remplacement de M. *Langley*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 40,

M. H.-C. Vogel	obtient.	36 suffrages
M. Edward Pickering	»	4 »

M. **H.-C. Vogel** est élu Correspondant de l'Académie.

CORRESPONDANCE.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Familles de Lamé à trajectoires planes, les plans passant par un point fixe.* Note de M. S. CARRUS.

J'ai établi (*Comptes rendus*, février 1905) que la condition nécessaire et suffisante pour que la famille de surfaces

$$f(x, y, z) = u$$

fût une famille de Lamé et admît des trajectoires planes dans des plans passant par un point fixe est que la fonction $f(x, y, z)$ satisfasse à l'équation

$$\frac{2}{\sqrt{f_1^2 + f_2^2 + f_3^2}} = x^2 + y^2 + z^2 + \theta(u),$$

$\theta(u)$ étant une fonction quelconque de u.

I. Une solution complète de cette équation est donnée par l'équation

$$(1) \qquad \lambda(x^2 + y^2 + z^2) + 2ax + 2by + 2cz + d = 0,$$

a, b, c étant trois constantes ($a^2 + b^2 + c^2 = 1$), λ et d étant deux fonctions de u satisfaisant aux équations

$$(2) \qquad \frac{\partial d}{\partial u} = \theta(u)\frac{\partial \lambda}{\partial u}, \qquad \lambda d = 1 - \left(\frac{\partial \lambda}{\partial u}\right)^2.$$

Il suffit d'avoir une solution, avec une constante arbitraire μ, de ce système. Si l'on a une telle solution, on obtiendra la solution générale de l'équation aux dérivées partielles en joignant à l'équation (1) les équations

$$(3) \qquad \frac{(x^2 + y^2 + z^2)\lambda' + d'}{-1} = \frac{2(cx - az)}{cF'_a - aF'_c} = \frac{2(cy - bz)}{cF'_b - bF'_c} = 2t,$$
$$\mu = F(a, b, c);$$

$F(a, b, c)$ étant une fonction quelconque de a, b, c, les dérivées λ', d' étant prises par rapport à la constante d'intégration μ.

Si l'on résout les équations (1), (3), on obtient

$$(4) \qquad x = tF'_a + a\left[m + \left(\frac{\lambda}{\lambda'} - l\right)t\right],$$

et des formules analogues pour y, z, en posant

$$\sigma = F_a'^2 + F_b'^2 + F_c'^2,$$
$$l = aF'_a + bF'_b + cF'_c,$$
$$m = \frac{\lambda d' - \lambda' d}{2\lambda'};$$

t étant racine de l'équation

(5) $$t^2\left(\sigma - l^2 + \frac{\lambda^2}{\lambda'^2}\right) + \frac{2t}{\lambda'}(1 + m\lambda) + m^2 + \frac{d'}{\lambda'} = 0.$$

II. Pour avoir une solution avec constante arbitraire μ du système (2) j'ai été amené à poser

(6) $$\begin{cases} d = \alpha\mu + \dfrac{\beta}{\mu}, \\ \lambda = \gamma\mu + \dfrac{\delta}{\mu}; \end{cases}$$

α, β, γ, δ étant les fonctions de u suivantes :

$$\alpha = -\frac{(2\varphi'^2 - \varphi\varphi'')^2}{\varphi'^3},$$
$$\beta = \frac{1}{4}\frac{\varphi''^2}{\varphi'^3},$$
$$\gamma = \frac{\varphi^2}{\varphi'},$$
$$\delta = -\frac{1}{4\varphi'};$$

en prenant $\theta(u)$ sous la forme particulière

(7) $$\theta(u) = \frac{2\varphi'\varphi''' - 3\varphi''^2}{\varphi'^2},$$

φ étant une fonction quelconque de u.

III. On trouve alors pour t la valeur suivante :

(8) $$t = \frac{1}{\varphi'}\frac{\mu^2\varphi(2\varphi'^2 - \varphi\varphi'') + \frac{1}{4}\varphi''}{\mu^2\varphi + R(\mu^2\varphi^2 + \frac{1}{4})} \qquad R = \sqrt{\mu^2 + \sigma - l^2},$$

et l'on peut écrire

(9) $$\begin{cases} Ax = BF'_a + aC, \\ Ay = BF'_b + bC, \\ Az = BF'_c + cC; \end{cases}$$

A, B, C ayant les valeurs suivantes :

$$A = \varphi'[\mu^2\varphi + R(\mu^2\varphi^2 + \tfrac{1}{4})],$$
$$B = \mu^2\varphi(2\varphi'^2 - \varphi\varphi'') + \tfrac{1}{4}\varphi'',$$
$$C = (\mu - l)B + \mu[R(\varphi'^2 - \varphi\varphi'') - \tfrac{1}{2}\varphi''].$$

Ainsi, μ étant une fonction quelconque de a, b, c $(a^2 + b^2 + c^2 = 1)$, $\varphi(u)$ une fonction quelconque de u, telles sont les formules, résolues par rapport à x, y, z, du système triple le plus général dans le cas où nous sommes placé.

On obtiendra une surface de la famille en laissant dans ces formules (9) u constant et faisant varier a, b, c. On obtiendra une trajectoire orthogonale en ne faisant varier que u.

IV. Cherchons le rayon de courbure en un point de cette courbe trajectoire. Après quelques calculs, on trouve

$$\rho = \frac{1}{\mu\sqrt{\sigma - l^2}}(\mu^2\alpha + R\mu^2\beta + R\gamma),$$

en posant

$$\varphi(\varphi''^2 - \varphi'\varphi''') + \varphi'^2\varphi'' = \alpha\varphi'^3,$$
$$\varphi^2(\varphi''^2 - \varphi'\varphi''') + 2\varphi'^2(\varphi\varphi'' - \varphi'^2) = \beta\varphi'^3,$$
$$\varphi''^2 - \varphi'\varphi''' = 4\gamma\varphi'^3.$$

Pour que ρ reste constant sur une trajectoire, par suite pour que celle-ci soit un cercle (*toutes les trajectoires seront alors des cercles*), il faut que α, β, γ soient constants. Il *suffit* que φ satisfasse à l'équation différentielle

$$2\varphi' = -4\gamma\varphi^2 + 2\alpha\varphi - \beta$$

pour que les trois équations ci-dessus soient satisfaites.

En plus de quelques cas particuliers correspondant à $\gamma = 0$ ou

$$\alpha^2 - 4\beta\gamma = 0,$$

la solution de cette équation est

(10) $$\varphi(u) = m + n\frac{1 + e^{k(u-u_0)}}{1 - e^{k(u-u_0)}},$$

et alors le rayon de courbure le long d'une trajectoire est

$$\rho = \frac{k}{n\mu\sqrt{\sigma - l^2}}[\mu^2 m + R\mu^2(m^2 - n^2) + R].$$

La fonction $\theta(u)$ se réduit, dans ce cas, à $-k^2$.

En résumé, les courbes trajectoires ne peuvent être des cercles que si la fonction $f(x, y, z)$ satisfait à l'équation aux dérivées partielles

$$\frac{2}{\sqrt{f_1^2+f_2^2+f_3^2}} = x^2+y^2+z^2-k^2.$$

Dans ce cas, les formules (9) avec la forme particulière (10) de la fonction $\varphi(u)$ représentent ce système cyclique dépendant encore d'une fonction arbitraire de deux variables.

ARITHMÉTIQUE. — *Sur la classification des irrationnelles*. Note de M. **Ed. Maillet**, présentée par M. Jordan.

Soit $I = a_0 + 1 : a_1 + 1 : a_2 + \ldots + 1 : a_n + \ldots$ une irrationnelle positive développée en fraction continue (a_n entier positif > 0); si, quand $n > \nu$,

$$(1) \qquad a_n < e_k(n)^{\rho+\varepsilon}$$

et, pour une infinité de valeurs n_1 de n,

$$(2) \qquad a_{n_1} > e_k(n_1)^{\rho-\varepsilon}$$

(ε fixe positif aussi petit qu'on veut pourvu que ν soit assez grand), I est dit *d'ordre* (k, ρ) *dans la première classification des fractions continues;* la deuxième classification s'obtient en remplaçant ci-dessus $e_k(n)^{\rho\pm\varepsilon}$ par $e_k(n^{\rho\pm\varepsilon})$ (¹).

Ceci posé, j'ai obtenu les résultats suivants :

Première classification. — I *est un nombre de Liouville quand*

$$(k, \rho) > (3, 0),$$

et n'en est pas un quand

$$(k, \rho) < (1, \infty).$$

Lorsque $k = 2$ *et que* ρ *est fini, les deux cas sont possibles.*

(¹) J'écris d'abord $e_k(x) = e^{e_{k-1}(x)}$ (k positif ou négatif), $e_{-1}(x) = \log x$, $e_0(x) = x$, $e_1(x) = e^x$, ensuite $(k, \rho) < (k', \rho')$ quand $k = k'$ avec $\rho < \rho'$, ou quand $k < k'$. Un nombre de Liouville est un nombre irrationnel tel que, pour une infinité de valeurs de m, $|I - I_m| < Q_m^{-\alpha}$, si grand que soit le nombre fixe $\alpha > 0$, Q_m étant le dénominateur de la $n^{\text{ième}}$ réduite I_m de I : c'est un nombre transcendant.

J'appelle *fraction continue régulière* une fraction continue telle que, pour $n > \varphi$,

(3) $$a_n = e_k(n)^{\rho_n}, \qquad \rho + \varepsilon > \rho_n > \sigma > 0, \qquad \sigma \text{ fixe.}$$

Une fraction continue régulière d'ordre $(2, \rho)$ *n'est pas un nombre de Liouville.*

Au contraire, si $k = 2$, et si, dans (2), $\log a_{n_1} > n_1^{1+\varepsilon'} \log a_i$ pour $i < n_1$ (ε' analogue à ε), I est un nombre de Liouville.

L'ensemble des nombres I de Liouville positifs réguliers (1) *d'indice donné* $k \geqq 3$, *et d'ordre* (k, ρ), *où* ρ *prend toutes les valeurs positives finies* > 0, *engendre par addition et multiplication un groupe G de nombres de Liouville d'indice* $\leqq k$ *et d'ordre* $< (k, \infty)$ (2). *Ces nombres sont alors tous d'ordre* $\geqq (1, \infty)$.

En particulier, tout polynome à coefficients rationnels positifs formé avec les nombres réguliers en question appartient à G : I^q (q entier > 0) appartient à G.

D'un autre côté, parmi les nombres de Liouville I d'indice donné $k \geqq 3$, il y en a une infinité qui ne sont puissances d'aucun autre nombre de Liouville, par exemple les nombres J où

$$a_1 = 2, \qquad a_2 = 1, \qquad a_{2n+1} = 4^{\alpha_{2n+1}}, \qquad a_{2n+2} = 9^{\alpha_{2n+2}}, \qquad n \geqq 1,$$

α_i entier étant assujetti aux seules conditions (1) et (2). L'ensemble des nombres J a (au sens de M. Cantor) la puissance du continu pour chaque valeur de k et ρ. Alors $J^{\frac{1}{q}}$ est d'ordre $\leqq (3, 0)$, quel que soit k, et transcendant.

Il existe une infinité de nombres transcendants d'ordre $\leqq (3, 0)$, *dont la puissance* $q^{\text{ième}}$ *(q entier) est d'ordre* $(k, \rho) > (3, 0)$, *où* k *et* ρ *sont arbitraires* (k *entier* $\geqq 3$, $\rho > 0$).

Seconde classification. — I *est un nombre de Liouville quand* $(k, \rho) > (2, 1)$

---

(1) C'est-à-dire égaux à une fraction continue régulière.

(2) On peut trouver dans la théorie des fonctions entières des propriétés analogues, dont il sera question ailleurs plus en détail. Ainsi, soient $\varphi_1, \varphi_2, \ldots$ un ensemble de fonctions entières telles que $\varphi_i(\varphi_j)$ appartienne à l'ensemble, que j'appellerai *un groupe* Γ : l'ensemble des fonctions entières d'ordre non transfini (*Comptes rendus*, 9 février 1903, p. 348) forme un groupe. Les résultats sont plus précis avec les fonctions d'ordre zéro. Il y a aussi des groupes de fonctions entières par rapport à l'addition, la soustraction et la multiplication, etc.

et n'en est pas un quand $(k, \rho) < (1, 1)$. *Lorsque* $(1, 1) < (k, \rho) \leqq (2, 1)$, *les deux cas sont possibles.*

MÉCANIQUE INDUSTRIELLE. — *Recherches sur le béton armé et l'influence de l'enlèvement des charges.* Note de M. F. SCHÜLE.

Les expériences suivantes ([1]) se rapportent à :

1. Deux séries de prismes en ciment armé à extrémités élargies pour essais directs à la traction.

2. Une série de poutres de $20^{cm} \times 30^{cm}$ de section et $1^{m},70$ de longueur, armées et non armées pour essais à la flexion sous charge symétrique répartie en deux points espacés de 30^{cm}.

3. Deux séries de poutres à section de T de $4^{m},30$ de longueur, 33^{cm} de hauteur et 60^{cm} de largeur essayées à la flexion sur $4^{m},00$ de portée et sous l'action de sept charges égales entre elles et espacées de 50^{cm}. La machine ayant servi à ces essais permet d'exercer la charge de bas en haut sur la poutre renversée et soutenue à ses extrémités par des cadres pouvant pivoter autour de leur base dans le sens longitudinal de la poutre et d'étudier l'action du poids propre sur les déformations.

1. Les observations ont compris pour les *éprouvettes essayées à la traction* la mesure de l'allongement du béton à l'aide de deux appareils à miroirs disposés symétriquement et celle de l'allongement de deux sur quatre des barres de fer servant d'armature, afin de constater si ces allongements sont les mêmes ou s'il se produit un glissement relatif; il a été possible de répartir d'une façon précise entre le béton et le fer la charge totale variable appliquée. L'enlèvement de la charge ou plutôt le retour à la charge initiale a permis de fixer la part considérable de déformation permanente subsistant dans le béton.

Le fer suivant les mêmes variations de longueur que le béton, il en résulte des tensions rémanentes de traction dans le fer et de compression dans le béton, subsistant même après l'apparition de fissures dans le béton. La répétition de la charge sert d'abord à vaincre les efforts rémanents de compression dans le béton, même après l'apparition des premières fissures; en dessous de la limite d'élasticité du fer, celui-ci subira

([1]) *Resultate der Untersuchung von armirtem Beton auf reine Zugfestigkeit und Biegung unter Berücksichtigung der Vorgänge beim Entlasten.* (*Mitteilungen der eidg. Materialprüfungsanstalt in Zürich*, 10 Heft, 1906).

dans le béton armé, sollicité à la traction, des efforts inférieurs à ceux qui correspondraient à une participation nulle du béton fissuré.

2. Les observations faites sur les poutres armées, de section rectangulaire, ont consisté dans la mesure de l'allongement d'une longueur de 15^{cm} des diverses barres formant l'armature, dans la région centrale au moment de flexion constant, des raccourcissements d'une même longueur de béton dans la zone comprimée et dans la mesure des flèches. Ces observations ont été faites pour des charges croissant de $\frac{1}{2}$ tonne en $\frac{1}{2}$ tonne et, pour la charge initiale, après enlèvement de la charge totale.

L'hypothèse du maintien des sections planes après la déformation ne se réalise pas dans le béton armé; les tensions calculées pour les armatures après l'apparition de fissures dans le béton de la zone tendue, en supposant une matière élastique dans la zone comprimée, sont plus grandes que les tensions effectives. La cause de cette différence, qui subsiste jusqu'au moment où les tensions atteignent la limite apparente d'élasticité du métal, réside dans l'état de tensions intérieures rémanentes dû à l'allongement permanent du béton de la zone tendue et du fer qui s'y trouve emprisonné; l'enlèvement de la charge provoque des efforts de compression dans le béton même fissuré de la zone tendue, efforts qu'une nouvelle application de la charge doit tout d'abord vaincre.

Les déformations permanentes sont les plus grandes, en comparaison avec les déformations dues à la charge totale, quand le béton de la zone tendue présente ses premières fissures; la valeur relative des déformations permanentes décroît pour des charges plus élevées.

3. Les mesures faites sur les poutres à section en T comprennent les flèches au milieu de la portée et les raccourcissements de la zone de compression en six points disposés symétriquement par rapport à l'axe; c'est le seul moyen permettant de préciser la position de l'axe neutre pendant la charge, puisque la section tendue de la poutre ne reste pas plane après la déformation.

Les poutres de la première série avaient une année de conservation, celles de la deuxième série six semaines seulement; ces dernières avaient été faites vers la fin de l'automne en sorte que le béton ne présentait qu'une médiocre résistance.

Les poutres en béton de six semaines se sont comportées différemment de celles dont le durcissement était plus avancé et les charges de rupture n'ont été que les deux tiers de ces dernières, pour les mêmes armatures; les déformations permanentes du béton à six semaines et un an varient de 5 à 40 pour 100 des déformations totales.

L'application plusieurs fois répétée d'une charge uniforme sur toute la longueur de la poutre a fait apparaître les premières fissures du béton non

seulement vers le milieu de la poutre, où les moments de flexion sont les plus forts, mais réparties sur une longueur atteignant la moitié de la portée pour les poutres de un an et jusqu'aux trois quarts pour les poutres de six semaines. Il a été ainsi établi que l'adhérence du fer au béton peut être annulée avant que les tensions dans le fer atteignent la moitié de la limite d'élasticité du métal.

Le calcul des efforts de compression dans le béton, dans l'hypothèse d'une matière élastique, donne des efforts plus *faibles* que ceux qui sont obtenus par l'observation directe; la cause de cette divergence réside dans l'état de tensions rémanentes qui s'établit par la répétition des charges.

Des six poutres de un an, cinq se sont rompues au milieu de la portée à la suite du dépassement de la limite d'élasticité dans le fer des armatures; la sixième sous une charge moindre, par cisaillement aux extrémités. Les cinq poutres de six semaines se sont toutes rompues par insuffisance de résistance au cisaillement avant que le fer ait été sollicité à un effort atteignant la limite d'élasticité.

HYDRODYNAMIQUE. — *Influence de la tension superficielle sur la propagation des ondes parallèles à la surface d'une lame liquide.* Note de M. **Alliaume**, présentée par M. Boussinesq.

Soit un liquide de densité ρ et de profondeur H, occupant un canal prismatique rectangulaire horizontal. On y provoque la propagation d'une onde; au passage de celle-ci se produit, en chaque section d'abscisse x et à chaque époque t, une petite dénivellation h.

M. Boussinesq a calculé la vitesse ω de propagation de l'onde; si g est le poids de l'unité de masse,

$$(1) \qquad \omega = \sqrt{g\mathrm{H}}\left(1 + \frac{3}{4}\frac{h}{\mathrm{H}} + \frac{1}{6}\frac{\mathrm{H}^2}{h}\frac{\partial^2 h}{\partial x^2}\right).$$

Cherchons comment cette formule se modifie quand on tient compte de la tension superficielle du liquide.

La surface libre est, au passage de l'onde, une surface cylindrique de génératrices perpendiculaires au plan vertical contenant l'axe des x. Appelons : f la tension superficielle par unité de largeur; p_e et p_i les pressions, par unité d'aire, respectivement extérieure et intérieure, sur la couche superficielle, en un point où la courbure équatoriale est c. Alors, en

appliquant la formule fondamentale de la théorie de la capillarité, on trouve :

$$p_i = p_e - fc. \tag{2}$$

Prenons un axe des z vertical, dirigé vers le haut; u et w désignent les projections, sur les axes des x et des z, de la vitesse de la particule de coordonnées x, z à l'époque t; leurs dérivées complètes par rapport au temps s'écrivent u' et w'; enfin, soit p la pression par unité d'aire à la même époque t et au point (x, z). Les équations d'incompressibilité et d'Euler sont

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0, \qquad \frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial x} = -u', \qquad \frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial z} = -g - w'. \tag{3}$$

Intégrons la dernière de ces équations entre le point d'altitude z, au-dessus du fond du canal, et la surface; tenons compte de (2); introduisons la valeur de p ainsi obtenue dans la deuxième équation (3); remarquons que w' est très petit vis-à-vis de u'. Appelons U la vitesse moyenne au temps t à travers une section d'abscisse x : U et ses dérivées sont petites comme h et ses dérivées. En négligeant les termes petits du troisième ordre, il vient ainsi, au lieu de (3),

$$\left\{\begin{aligned} &\frac{\partial h}{\partial t} + \mathrm{H}\frac{\partial \mathrm{U}}{\partial x} + \frac{\partial h\mathrm{U}}{\partial x} = 0,\\ &\frac{\partial \mathrm{U}}{\partial t} + g\frac{\partial h}{\partial x} + \mathrm{U}\frac{\partial \mathrm{U}}{\partial x} + \frac{\mathrm{H}}{3}\frac{\partial^3 h}{\partial x\,\partial t^2} - \frac{f}{\rho}\frac{\partial^3 h}{\partial x^3} = 0. \end{aligned}\right. \tag{4}$$

Si, maintenant, en vue d'une première approximation, nous négligeons les termes petits du second ordre, ces équations s'écrivent

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \mathrm{H}\frac{\partial \mathrm{U}}{\partial x} = 0, \qquad \frac{\partial \mathrm{U}}{\partial t} + g\frac{\partial h}{\partial x} = 0. \tag{5}$$

Leur résolution bien connue [1] donne, avec φ fonction arbitraire et ω_0 célérité de l'onde en première approximation,

$$h = \varphi(x - \omega_0 t), \qquad \omega_0 = \sqrt{g\mathrm{H}}, \qquad \mathrm{U} = \omega_0\frac{h}{\mathrm{H}}. \tag{6}$$

Reprenons (4) en y évaluant suivant ces résultats (6) les termes petits du second ordre :

$$\left\{\begin{aligned} &\frac{\partial h}{\partial t} + \mathrm{H}\frac{\partial \mathrm{U}}{\partial x} + \omega_0\frac{\partial}{\partial x}\frac{h^2}{\mathrm{H}} = 0,\\ &\frac{\partial \mathrm{U}}{\partial t} + g\frac{\partial h}{\partial x} + \frac{\omega_0^2}{2\mathrm{H}}\frac{\partial}{\partial x}\frac{h^2}{\mathrm{H}} + \left(\frac{\omega_0^2\mathrm{H}}{3} - \frac{f}{\rho}\right)\frac{\partial^3 h}{\partial x^3} = 0. \end{aligned}\right. \tag{7}$$

---

[1] BOUSSINESQ, *Essai sur la théorie des eaux courantes* (*Mémoires des Savants étrangers*, t. XXIII, p. 285).

Éliminant U, nous aurons l'équation

$$(8)\qquad \frac{\partial^2 h}{\partial t^2} - \omega_0^2 \frac{\partial^2 h}{\partial x^2} - \omega_0^2 \frac{\partial^2}{\partial x^2}\left[\frac{3h^2}{2\mathrm{H}} + \left(\frac{\mathrm{H}^2}{3} - \frac{f\mathrm{H}}{\omega_0^2 \rho}\right)\frac{\partial^2 h}{\partial x^2}\right] = 0,$$

qui donne, après une première intégration ([1]) :

$$(9)\qquad \frac{\partial h}{\partial t} + \omega_0 \frac{\partial}{\partial x}\left[h + \frac{3h^2}{4\mathrm{H}} + \left(\frac{\mathrm{H}^2}{6} - \frac{f\mathrm{H}}{2\omega_0^2 \rho}\right)\frac{\partial^2 h}{\partial x^2}\right] = 0.$$

D'autre part, soit ω_1 la vitesse de propagation d'une section fluide d'abscisse x, gardant devant elle le même volume tuméfié $\varpi = \int_x^\infty h\,dx$. Écrivons que la variation $d\varpi$ de ϖ est nulle :

$$d\varpi = dt\left(\int_x^\infty \frac{\partial h}{\partial t}\,dx - h\omega_1\right) = 0 \qquad \text{ou} \qquad h\omega_1 = \int_x^\infty \frac{\partial h}{\partial t}\,dx;$$

d'où, suivant (9),

$$(10)\qquad \omega_1 = \sqrt{g\mathrm{H}}\left(1 + \frac{3}{4}\frac{h}{\mathrm{H}} + \mathrm{F}\frac{\mathrm{H}^2}{6h}\frac{\partial^2 h}{\partial x^2}\right),$$

après avoir posé

$$(11)\qquad \mathrm{F} = 1 - \frac{3f}{\rho g}\frac{1}{\mathrm{H}^2}.$$

Comparant (10) à (1), on voit, d'après (11), que :

L'influence de la tension superficielle sur la propagation des ondes parallèles à la surface d'une lame liquide est marquée par l'introduction, dans son terme qui dépend de la courbure équatoriale de la surface cylindrique de l'onde, d'un facteur égal à l'excès de l'unité sur le triple rapport de la tension superficielle au poids spécifique du liquide, multiplié par le carré de l'inverse de l'épaisseur de la lame.

Le facteur trouvé F est, en général, extrêmement voisin de l'unité; mais pour de faibles épaisseurs de liquide, comparables ou inférieures à un centimètre, son influence devient rapidement très importante.

([1]) BOUSSINESQ, *Loc. cit.*, p. 354.

OPTIQUE. — *Sur un dispositif optique généralisant l'emploi du télescope de* 1^m *de diamètre de l'Observatoire de Meudon.* Note de M. G. **Millochau**, présentée par M. J. Janssen.

Le grand télescope de Meudon, avec son miroir de 1^m de diamètre et de 3^m de distance focale, constitue un instrument d'une grande puissance de concentration, mais jusqu'à présent il ne pouvait être employé sans être diaphragmé dans les cas où un rapport d'ouverture de faisceau plus petit que $\frac{1}{3}$ est indispensable.

J'ai cherché la possibilité de construire un système optique reprenant l'image et qui permettrait de diminuer l'angle du faisceau définitif, les lentilles formant ce dispositif fonctionnant sous des ouvertures pratiquement convenables.

Or, il existe, dans un système composé de miroirs ou de lentilles, une relation simple entre les rapports d'ouverture des faisceaux lumineux et les rapports d'ouverture sous lesquels fonctionnent les miroirs ou lentilles, et qui se déduit immédiatement de la formule générale des miroirs et des lentilles, $\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{f}$.

Cette relation est la suivante :

La somme algébrique du rapport d'ouverture du faisceau reçu par le système de celui du faisceau final et de ceux sous lesquels fonctionnent les miroirs ou lentilles successifs, est nulle, les conditions de fonctionnement des miroirs ou lentilles déterminant les signes à attribuer aux diverses valeurs considérées.

Afin d'obtenir une image réelle formée par un faisceau d'angle plus petit que celui donné par le miroir du grand télescope de Meudon, tout en utilisant les lentilles de reprise sous une ouverture de $\frac{1}{10}$ par exemple, le dispositif comportant le minimum de lentilles est celui qui est composé d'objectifs divergents.

Dans ce cas, si l'on appelle O_1 le rapport d'ouverture du faisceau donné par le miroir [1], O_2 ce rapport pour le faisceau donnant l'image agrandie et $\theta_1, \theta_2, \theta_3, \ldots, \theta_n$ les rapports d'ouverture utiles $\frac{d}{f}$ (d étant le diamètre de la partie utilisée de la lentille) de lentilles divergentes, placées convenablement, on aura

$$O_1 - O_2 = \theta_1 + \theta_2 + \ldots + \theta_n$$

(1) Si α est l'angle sous-tendu par le faisceau, le rapport d'ouverture sera $O_1 = 2 \operatorname{tang} \frac{\alpha}{2}$.

ou

$$O_1 - O_2 = \Sigma\theta.$$

On peut donc transformer le faisceau de $\frac{1}{3}$ donné par le miroir du télescope de 1^m en un faisceau de $\frac{1}{30}$ en employant un objectif composé de trois lentilles divergentes, fonctionnant chacune à $\frac{1}{10}$ et placées entre le miroir et son foyer, de manière qu'elles produisent une image réelle agrandie.

Description du dispositif employé. — Le télescope de Meudon est organisé d'après le dispositif newtonien; un miroir plan argenté renvoie les rayons provenant du miroir dans un groupe de trois objectifs divergents, achromatisés de C à *h*.

L'image obtenue se formant trop près de l'axe du télescope, un objectif convergent reporte cette image en dehors du tube où l'on peut, soit l'observer avec un oculaire, soit la photographier.

En faisant varier convenablement la position des diverses lentilles, on peut avoir des images ayant les dimensions de celles qu'on obtiendrait avec un miroir de 1^m de diamètre ayant une distance focale qui peut varier de 15^m à 25^m.

Les lentilles employées ont été construites avec une distance focale un peu plus grande que celle prévue et, comme elles ont été maintenues, par le constructeur, au même diamètre, le champ est très faible pour les forts grossissements. Les résultats obtenus au point de vue de la netteté au centre sont satisfaisants.

J'ai l'honneur de présenter à l'Académie quelques photographies de Jupiter, faites avec ce dispositif, et qui, quoique exécutées dans des conditions atmosphériques médiocres, sont comparables à celles que j'ai obtenues en 1898 avec la grande lunette de Meudon (1).

J'ai l'honneur de présenter également des épreuves de régions lunaires. Ces diverses épreuves peuvent donner une idée du parti qu'on peut tirer de l'instrument ainsi modifié.

Il sera maintenant facile d'utiliser ce grand instrument pour la spectroscopie avec un spectroscope de proportions normales pouvant, dans ces conditions, utiliser toute la lumière réfléchie par le miroir de 1^m de diamètre.

Un autre dispositif optique basé sur le même principe, mais utilisant des lentilles

(1) Voir *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 1375.

convergentes, peut servir à construire un collimateur capable d'utiliser un faisceau d'un rapport d'ouverture $\frac{1}{3}$ avec 4 lentilles fonctionnant à $\frac{1}{12}$, ce collimateur ayant une distance focale apparente égale à la distance focale de la quatrième lentille.

Par exemple, avec 4 lentilles de 200^{mm} de distance focale, on pourra construire un collimateur de 200^{mm} de distance focale apparente, recevant un faisceau de rapport d'ouverture $\frac{1}{3}$, en plaçant le plan nodal de la première lentille à 50^{mm} de la fente, les trois autres lentilles supposées sans épaisseur se superposant exactement à la première.

En employant ce dispositif, on pourra donc construire un spectroscope dont les pièces aient des proportions modérées. Ainsi l'emploi d'un collimateur de 600^{mm} de distance focale apparente ne nécessiterait plus que des objectifs de 50^{mm} de diamètre et des prismes ou un réseau de même dimension.

OPTIQUE. — *Sur les colorations des franges localisées dans une lame mince limitée par un réseau.* Note de M. **Georges Meslin**, présentée par M. Mascart.

Les phénomènes que j'ai décrits dans une Note antérieure et dont j'ai donné la théorie générale sont particulièrement brillants lorsque la surface inférieure a un pouvoir réflecteur élevé; aussi, pour continuer l'étude de ces franges, j'ai constitué cette surface par un plan de verre argenté qu'on pouvait incliner légèrement de façon à donner à la lame d'air interposée la forme d'un prisme ; on augmentait graduellement son épaisseur moyenne à l'aide d'une vis micrométrique qui permettait le transport du plan parallèlement à lui-même. Dans ces conditions on a des franges rectilignes sur lesquelles on constate aisément les particularités que je vais signaler.

D'ailleurs ces apparences singulières se manifestent fréquemment dans l'emploi des réseaux ou des combinaisons de réseaux ; ce sont des colorations ou des irisations périodiques qu'on est d'abord tenté d'expliquer par une discordance ou empiétement progressif des franges qui correspondent aux différentes radiations; mais, s'il en était ainsi, les franges cesseraient d'être visibles pour un retard un peu supérieur à celui qui produit ces irisations, tandis qu'en réalité les franges continuent à être observables en lumière blanche bien au delà du moment où ces colorations se manifestent; bien plus, ce sont ces irisations qui se reproduisent à intervalles réguliers, comme un phénomène périodique qui englobe un certain nombre de franges.

Ainsi, dans le cas qui nous occupe, voici ce qu'on peut observer sur les franges rectilignes formées entre un réseau et un plan argenté, légèrement

obliqués l'un par rapport à l'autre et observés sous une incidence voisine de 45° : Le champ n'est pas uniforme et les franges y apparaissent par *groupes*, on en voit une dizaine qui semblent à peu près achromatiques, puis à la suite un autre faisceau d'une dizaine de franges qui paraissent irisées, par exemple blanches et roses; au delà apparaît un nouveau groupe formé d'un nombre égal de lignes achromatiques, puis un autre faisceau de franges jaunes et roses, et ainsi de suite (*fig.* 1).

Pour étudier ce phénomène, il est bon d'opérer en lumière monochromatique; servons-nous d'abord de lumière rouge; les franges apparaissent encore par groupes (*fig.* 2), et dans chacun de ces groupes elles sont alternativement noires et rouges; mais cette fois les groupes sont séparés les uns des autres par des intervalles uniformément rouges; dans ces intervalles, *il n'apparaît pas d'interférences dans la lumière rouge,* et nous en verrons plus loin la raison.

Si l'on utilise ensuite une autre radiation, la couleur verte, par exemple, on obtient une apparence analogue, mais avec cette particularité que les régions dépourvues d'interférences *ne sont pas les mêmes que pour la lumière rouge*, autrement dit, les groupes ne coïncident pas.

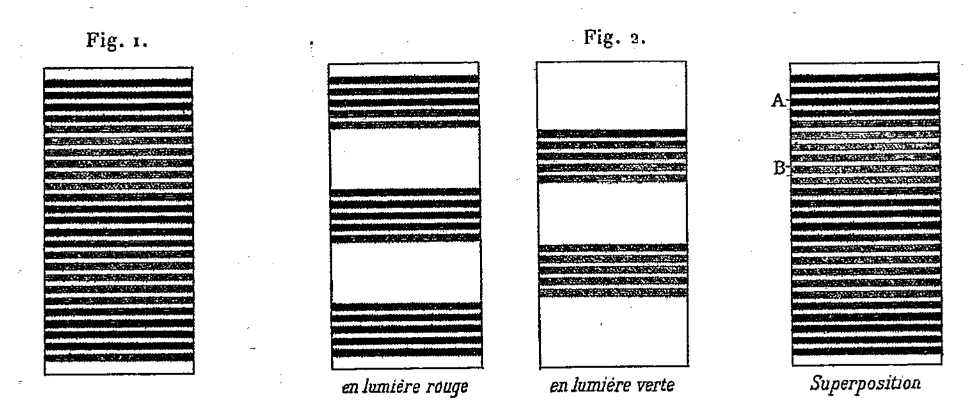


Fig. 1. Fig. 2.

en lumière rouge *en lumière verte* *Superposition*

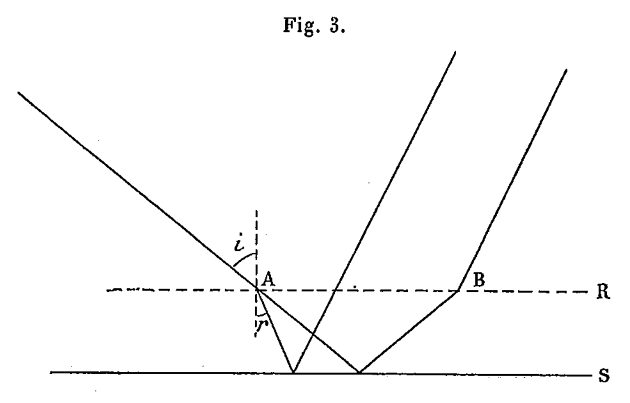
Il est alors facile de prévoir ce qu'on devra observer par la superposition des deux lumières. En A (*fig.* 2) les franges, qui sont noires et rouges, se projettent sur un fond uniformément vert, ce qui donne naissance à des lignes alternativement vertes et blanches; en B, les franges, qui sont noires et vertes, se superposent à un fond régulièrement rouge, ce qui produit des bandes rouges et blanches, et ainsi de suite avec les différentes teintes. Par conséquent, en lumière blanche, les franges paraissent achromatiques aux endroits où se trouvent les groupes relatifs à la lumière jaune verte ($\lambda = 0^{\mu},530$).

Telle est la cause des irisations observées; elles ne limitent pas le nombre des franges visibles, car ces franges, qui ne sont plus *achromatiques* au sens étymologique du mot, sont néanmoins concordantes, en ce sens qu'elles ont même largeur, et cette concordance suffit pour assurer leur visibilité sur une grande étendue.

Il reste à indiquer pourquoi, dans certaines régions, les interférences ne se manifestent pas : on en trouve la raison en tenant compte, comme je l'ai indiqué dans mes études sur la constitution des ondes paragéniques de diffraction, de la portion de l'élément sur lequel s'est opérée la diffraction.

En somme, le phénomène provient de l'interférence des deux rayons qui se sont diffractés, l'un en A, l'autre en B (*fig.* 3); si A et B sont les

Fig. 3.



deux points homologues de deux éléments, les changements de phase qui s'introduisent en ces deux points, par suite de la diffraction, sont égaux; ils disparaissent dans la différence, et le retard se réduit à la partie géométrique calculée; il en sera de même pour les rayons voisins des précédents et, le retard ayant une valeur bien déterminée, il y aura là toute une région où l'interférence sera de même nature pour tous les rayons pris deux à deux. Si, au contraire, A et B ne sont pas homologues, il s'ajoute au retard géométrique une différence de phase qui ne sera pas la même pour les rayons voisins considérés deux à deux et cette discordance empêchera toute interférence d'être visible dans cette région.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le chlorazoture de phosphore*. Note de MM. **Besson** et **Rosset**, présentée par M. Troost.

Plusieurs savants, notamment Wöhler et Liebig, Gladstone, Wichelhaus, Couldridge, Stokes, se sont déjà occupés de l'étude de ce singulier corps qu'est le chlorazoture de phosphore; l'un de nous [1] l'avait obtenu en

---

[1] Besson, *Comptes rendus*, t. CXIV, 1892, p. 1264.

petite quantité dans la décomposition sous l'action de la chaleur de la combinaison $PCl^5, 8AzH^3$.

Le procédé le plus simple pour l'obtenir consiste à chauffer, dans une cornue munie d'appareils réfrigérants, poids égaux de PCl^5 et AzH^4Cl; le produit sublimé, lavé à l'eau et séché, puis sublimé ou distillé sous pression réduite, est un corps solide blanc, qui, quoique constitué exclusivement d'éléments minéraux, rappelle les composés organiques par ses propriétés physiques et organoleptiques : gras au toucher, d'odeur empyreumatique, pratiquement insoluble dans l'eau, il est soluble dans les liquides organiques (ligroïne, benzène, chlorure de carbone, etc.); parmi les dissolvants qui n'ont pas encore été mentionnés, nous citerons l'oxychlorure de phosphore, l'anhydride sulfureux liquide et le peroxyde d'azote avec lequel il contracte même une union fort instable. Si l'on place dans l'une des branches d'un tube de Faraday du chlorazoture et dans l'autre branche du peroxyde d'azote, on voit bientôt le premier de ces corps se liquéfier en absorbant les vapeurs de peroxyde d'azote et toute la masse devenir liquide au bout d'un temps suffisant. Par refroidissement, la masse liquide dépose de longues aiguilles cristallines que l'on peut séparer de l'excès de liquide et égoutter par inclinaison du tube. Ces cristaux sont stables à une certaine température dans une atmosphère de peroxyde d'azote; mais, vient-on à refroidir l'autre branche du tube de Faraday, de façon à raréfier le peroxyde, ou à placer les cristaux dans une atmosphère dépourvue de ce gaz, ils se dissocient rapidement, s'effleurissent en perdant AzO^2, puis finalement tombent en une poussière de chlorazoture.

Nous avons cherché à déterminer la composition de ces cristaux, produit d'addition de chlorazoture et de peroxyde; mais la difficulté d'avoir des cristaux secs et non effleuris ne nous a pas permis d'arriver à un résultat précis. La quantité de peroxyde d'azote fixé est certainement comprise entre 2 et 3 AzO^2 pour une molécule de chlorazoture $(PCl^2Az)^3$.

Gladstone avait déjà signalé la complexité moléculaire du chlorazoture de phosphore $(PCl^2Az)^3$ déduite de sa densité de vapeur; nous l'avons vérifiée par la cryoscopie dans le benzène qui nous a fourni pour poids moléculaire le nombre 377, tandis que la théorie pour $(PCl^2Az)^3$ est de 348.

Stokes a signalé la formation dans la réaction de PCl^5 sur AzH^4Cl de plusieurs autres complexes moléculaires, notamment $(PCl^2Az)^4$, $(PCl^2Az)^5$, $(PCl^2Az)^6$, $(PCl^2Az)^7$; nos travaux sur ce point ne sont pas encore suffisamment avancés pour pouvoir confirmer ou infirmer cette assertion.

Action de l'eau. — Le chlorazoture de phosphore diminue faiblement et progressivement de poids au contact de l'eau à froid, mais la solution évaporée dans le vide sec à froid donne exclusivement des produits de décomposition. La décomposition est beaucoup plus rapide en tubes scellés à 150°-200° et le chlorazoture disparaît; la liqueur acide renferme de l'acide chlorhydrique, de l'acide phosphorique et de l'ammoniaque :

$$(PCl^2Az)^3 + 12H^2O = 6HCl + 3PO^4H^3 + 3AzH^3.$$

Action de l'ozone. — L'oxygène ozonisé est sans action sur le chlorazoture à la température ordinaire; mais, si l'oxygène employé à la préparation de l'ozone par l'effluve renferme de l'azote, les composés oxygénés de l'azote formés simultanément réagissent faiblement sur le chlorazoture en donnant un corps solide jaune brun dont la composition n'a pu être déterminée.

Action de l'anhydride sulfurique. — Si l'on abandonne à la température ordinaire et en tubes scellés du chlorazoture et de l'anhydride sulfurique, on constate que les vapeurs de SO^3 arrivant au contact du chlorazoture le liquéfient; l'existence d'une combinaison directe paraît donc probable. A une température plus élevée (150°), les corps réagissent en donnant :

a. Des produits gazeux exerçant une forte pression dans les tubes et qui sont formés d'azote, de chlore et d'anhydride sulfureux.

b. Des produits liquides, chlorures de thionyle $SOCl^2$ et de sulfuryle SO^2Cl^2.

c. Une matière vitreuse soluble dans l'eau, renfermant du phosphore, du chlore, du soufre et de l'oxygène, à laquelle l'analyse ne conduit pas à attribuer une composition définie.

Action du peroxyde d'azote. — Nous avons déjà signalé la solubilité du chlorazoture dans le peroxyde à froid, ainsi que l'existence d'une combinaison de ces deux corps. Ces deux corps, chauffés en tubes scellés à 200°-250°, réagissent avec production :

a. De gaz, azote, oxyde azoteux et chlore.

b. De liquide constitué par un excès de peroxyde, de chlorure de nitrosyle et de chlorure d'azotyle que l'on sépare par fractionnement.

c. Une matière vitreuse à peu près incolore, transparente, adhérente aux tubes. Cette matière est très soluble et décomposable par l'eau, en faisant entendre un bruissement et un crépitement caractéristiques; elle est déliquescente à l'air, avec dégagement de peroxyde d'azote, décomposable sous l'action de la chaleur avec dégagement de AzO^2 en laissant un résidu de P^2O^5.

Ces caractères nous ont conduits à considérer cette matière comme une combinaison de P^2O^5 et AzO^2; nous avons, en effet, pu reproduire la même substance par synthèse directe, en chauffant en tubes scellés vers 200° de l'anhydride phosphorique et du peroxyde d'azote; l'analyse de cette matière nous a conduits à lui attribuer la composition $(P^2O^5)^2AzO^2$.

Faisant abstraction du complexe moléculaire représenté par la molécule

du chlorazoture, ainsi que des combinaisons accessoires de AzO^2 avec Cl et P^2O^5, la réaction du peroxyde sur le chlorazoture peut se formuler :

$$2(PCl^2Az) + 4AzO^2 = 2Az^2O + AzOCl + P^2O^5 + 3Cl + Az.$$

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'isomorphisme de l'iodure mercurique avec les iodures de zinc et de cadmium.* Note de M. A. **Duboin**, présentée par M. L. Troost.

Les sels qui prennent naissance dans une solution saturée d'iodure mercurique et d'iodure de zinc ou de cadmium ont été étudiés par différents chimistes. Bonsdorff et Boullay indiquent un iodure ZnI^2, HgI^2 ; Berthemot un iodure correspondant de cadmium, tandis que Clarke et Kebler signalent un autre iodure $3HgI^2$, CdI^2.

J'ai repris cette étude et constaté que les produits que l'on obtient sont des mélanges isomorphes.

Expériences avec le zinc. — J'ai préparé à chaud une solution saturée d'iodure de mercure et de zinc. Par refroidissement cette liqueur abandonne d'abord des cristaux d'iodure mercurique pur. Saturée à 14°,5, la liqueur qui reste a pour densité 2,82 et pour composition HgI^2, $1{,}87ZnI^2$, $16{,}33H^2O$:

Zn, 9,06 pour 100; Hg, 14,96; I, 54,21.

Évaporée dans l'air sec, elle laisse d'abord déposer des lamelles rouges quadratiques, puis des cristaux octaédriques, d'abord jaune orangé, puis jaune clair, dont la teneur en iodure de mercure décroît graduellement, les derniers ne contenant plus que 0,28 pour 100 de mercure. A ce moment la liqueur mère ne contient plus trace de mercure.

Voici la composition de dépôts successifs :

	1er dépôt.	2e dépôt.	3e dépôt.	4e dépôt.
Zinc	1,88	18,87	20,00	»
Mercure...	40,12	4,12	2,06	0,28 p. 100
Iode	57,25	76,16	78,06	»

Liqueur mère du dernier dépôt : iode, 64,44; zinc, 17,06.

Expériences avec le cadmium. — J'ai fait deux séries d'expériences avec le cadmium : une solution saturée à chaud d'iodure de mercure dans l'iodure de cadmium, filtrée pour la débarrasser de l'iodure de mercure en

excès, donne par refroidissement un dépôt ayant la composition suivante :

Cadmium, 5,96 pour 100; mercure, 35,76; iode, 58,29.

La liqueur qui reste a pour densité 1,62 à 14° et pour composition :

Cadmium, 13,60; mercure, 1,30; iode, 32,23.

Elle laisse déposer de très beaux cristaux prismatiques très aplatis, que j'ai nourris, puis triés à la main, effectuant les analyses sur des produits de même teinte; la quantité de mercure va en diminuant graduellement, et les derniers cristaux sont constitués par de l'iodure de cadmium pur.

	1er dépôt.	2e dépôt.	3e dépôt.	Calculé pour CdI^2.
Mercure......	33,26	23,27	»	»
Iode.........	58,81	62,33	69,22	69,32
Cadmium....	»	»	30,66	30,68

Deuxième expérience. — Liqueur : T. 22°,8, $d = 1,53$.

Mercure, 2,30; cadmium, 11,74; iode, 28,90.

Soit

$$CdI^2, 0,10 HgI^2, 30 H^2O.$$

Je me suis contenté d'analyser deux dépôts successifs : le premier formé de cristaux déposés assez rapidement, mais bien séparés; le second formé de lamelles quadratiques tout à fait pareilles aux précédentes.

	1er dépôt.	2e dépôt.
Cadmium................	4,81 p. 100	»
Mercure.................	37,20 »	33,99
Iode....................	57,85 »	58,72

En résumé, l'iodure de mercure est susceptible de cristalliser en toutes proportions avec les iodures de zinc et de cadmium, ce qui constitue un nouveau cas d'isomorphisme intéressant.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'inexistence du trisulfure de phosphore.* Note de M. R. Boulouch, présentée par M. Georges Lemoine.

Plusieurs chimistes refusent de regarder le trisulfure de phosphore P^2S^3 comme un composé défini, surtout parce que sa distillation fournit des produits de composition différente; d'ailleurs, sa constitution mixte me paraît résulter de ce fait que sa fusion, déjà manifeste un peu au-dessus de 200°, ne devient totale que vers 300°. Mais, pour avoir une complète certitude, j'ai voulu séparer les corps, définis ou non, dont le mélange constitue le trisulfure.

J'y ai réussi par une méthode qui permet d'effectuer une telle séparation, non seulement pour P^2S^3, mais encore pour tous les corps dont les formules sont comprises entre P^4S^3 et P^3S^5.

J'ai dû vérifier d'abord si les corps de concentration en soufre supérieure à celle de P^4S^3 ont des propriétés indépendantes de leur mode de préparation (action du soufre sur le phosphore blanc, sur le phosphore rouge, sur le sesquisulfure de phosphore et, pour P^2S^3, action de H^2S sur PCl^3). Cette indépendance est absolument réalisée pourvu qu'on les fonde totalement ou mieux qu'on les porte à l'ébullition pour obtenir un liquide homogène.

I. *Mixtes de soufre et de sesquisulfure* P^4S^3. — Cette étude préliminaire m'a amené à utiliser uniquement, dans les préparations, l'action la plus facile à régler : celle du soufre sur le sesquisulfure P^4S^3.

Cette action présente deux phases : si l'on maintient à une température supérieure à 50° des mélanges, même grossièrement pulvérisés, de soufre octaédrique et de sesquisulfure récemment préparé, ils se liquéfient mutuellement et donnent des mixtes partiellement ou complètement liquides. Ces mixtes, non encore signalés, sont comparables aux mixtes déjà connus de soufre et de phosphore, de sesquisulfure et de phosphore. Comme les mixtes de soufre et de phosphore, ces nouveaux corps sont en faux équilibre chimique. Si l'on élève leur température, ils présentent un point de réaction quelquefois fort net; la réaction peut même affecter une allure explosive, tout en demeurant beaucoup plus modérée que celle des mixtes de soufre et de phosphore; ainsi, le corps de concentration en soufre 0,723 étant porté à 125°, la masse jaune devient rapidement rouge foncé, et la température du mélange monte brusquement à 270°. Cette deuxième phase de l'action peut toujours s'effectuer lentement, par une transformation isothermique; par exemple un mixte de composition représentée par PS^2, complètement liquide à 100°, étant maintenu pendant 100 heures à cette température, on voit se former un précipité qui envahit peu à peu toute la masse; ce précipité lavé au sulfure de carbone (dans lequel il paraît à peu près insoluble) a une concentration en soufre un peu inférieure à P^3S^5. Il est d'ailleurs remarquable que les produits obtenus par réaction rapide ou par réaction lente ont des propriétés identiques quand ils ont subi la fusion totale.

II. *Faux équilibres visqueux de certains mélanges de sulfures de phosphore.* — Les liquides provenant de cette fusion totale présentent une curieuse propriété que nous allons analyser, en considérant seulement les corps dont la composition est comprise entre P^4S^3 et P^4S^8.

Le refroidissement rapide de ces liquides fournit des corps d'aspects très différents : les plus riches en soufre sont des solides très bien cristallisés, friables; les moins riches sont des corps visqueux; aux concentrations intermédiaires correspondent des cristaux

baignant dans une matière visqueuse. On peut prévoir que les corps visqueux sont en faux équilibre apparent; cependant leur transformation est très lente à la température ordinaire, même au contact de nombreux germes cristallins; elle ne devient pas rapide aux températures plus élevées; aussi ces corps visqueux se forment même quand le refroidissement est lent et s'effectue sans précautions spéciales.

On peut regarder comme vérifiant cette assertion ce fait que M. Giran (*Comptes rendus*, t. CXLII, p. 399) a obtenu involontairement ces mixtes visqueux, dans son travail sur les points de solidification des sulfures de phosphore, de telle sorte que la courbe qu'il a tracée est, dans la portion qui s'étend de P^4S^3 au delà de P^4S^4, relative au phénomène mal défini du passage de l'état visqueux à l'état fluide. Les véritables points de solidification sont beaucoup plus élevés; je prendrai comme exemple le corps de concentration 0,500 qui, d'après M. Giran, serait un eutectique fondant totalement à + 46°; ce corps, maintenu un grand nombre d'heures à 100°, cristallise, quelquefois spontanément et toujours après l'introduction d'un germe cristallin convenable (P^8S^{11}); la cristallisation, assez lente à cette température, est plus rapide à + 130°. Lorsqu'elle s'est arrêtée, il faut dépasser + 150° pour produire la fusion totale du corps.

III. *Méthode nouvelle de fractionnement fondée sur les faux équilibres.* — Le refroidissement suffisamment brusque des liquides étudiés présente le caractère général suivant : séparation en deux mixtes inégalement riches en soufre; le plus riche est en véritable équilibre, l'autre est en faux équilibre visqueux, et l'une des conséquences de ce faux équilibre est la solubilité du mixte dans le sulfure de carbone; si, la séparation n'ayant pas lieu, l'ensemble est visqueux, il suffit d'agiter avec du sulfure de carbone, pour obtenir la précipitation plus ou moins rapide d'une poudre cristalline à peu près insoluble, tandis que la partie visqueuse reste dissoute dans le sulfure de carbone qui l'abandonne par évaporation en lui laissant la forme visqueuse.

Cette première séparation étant effectuée, on peut reprendre les produits obtenus : le mixte visqueux, abandonné à la température ordinaire ou mieux porté quelques heures au delà de 100°, étant l'objet, après refroidissement, d'un nouveau traitement au sulfure de carbone, est le siège d'une nouvelle séparation et ainsi de suite. La partie soluble s'appauvrit de plus en plus en soufre et l'on finit par atteindre un corps limite, soluble sans résidu dans le sulfure de carbone et qui diffère fort peu de P^4S^3. En sens inverse, on fond la poudre cristalline de la première opération; le liquide refroidi rapidement donne un corps que l'on pulvérisera s'il est insuffisamment visqueux et qui, traité par le sulfure de carbone, lui abandonnera une certaine quantité de mixte visqueux. Chaque opération composée d'une fusion, d'un refroidissement brusque, suivi immédiatement d'un traitement au sulfure de carbone, produit un enrichissement en soufre de la poudre cristalline résiduelle, jusqu'à ce qu'on ait obtenu un corps limite de composition invariable représentée par P^3S^5.

Le corps P^2S^3 compris entre P^4S^3 et P^3S^5 n'échappe pas à la règle exposée ci-dessus et ne présente aucun phénomène particulier

Conclusion. — Il n'existe pas de sulfures de phosphore définis ayant une formule comprise entre P^4S^3 et P^3S^5 et, par conséquent, pas de trisulfure de phosphore : P^3S^5 n'est pas, d'ailleurs, nécessairement un composé défini.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la cristallographie du fer*. Note de MM. **F. Osmond** et **G. Cartaud**, présentée par M. Moissan.

Les études sur la cristallographie du fer, que nous avons eu l'honneur de présenter récemment à l'Académie, nous ont permis d'aborder quelques problèmes, controversés ou nouveaux, relatifs au même sujet.

Si l'on trempe dans l'eau froide, à partir d'une température élevée (1100° environ), un morceau bien cristallisé d'acier-manganèse ordinaire, il peut se produire des tapures. Dans ce cas on trouve autour des tapures des macles mécaniques jointives, extrêmement minces, que l'on sait être parallèles aux quatre paires de faces de l'octaèdre régulier. L'attaque d'une coupe polie montre des aiguilles parallèles sur chaque grain à deux, trois ou quatre directions définies. Cette structure est exactement celle du constituant structural des aciers au carbone trempés, auquel on a donné le nom pétrographique de *martensite*. La genèse de cette dernière s'explique ainsi facilement : la transformation partielle du fer γ en fer β, transformation qui, dans le cas de la trempe vive, débute au-dessous de 400°, détermine, par suite du changement de volume, des tensions considérables; ces tensions, à leur tour, entraînent la formation plus ou moins complète d'une infinité de macles toujours parallèles, dans chaque grain, aux quatre paires de faces de l'octaèdre. De là la fréquence, sur une coupe faite au hasard, de figures carrées et de triangles équilatéraux.

La structure de la martensite est donc une structure propre au fer γ, bien que le fer n'y soit plus à l'état γ, du moins pour la plus grande partie. Même après revenu, quand le fer a repris en totalité l'état α, si la température et le temps ont été suffisamment ménagés pour empêcher la reconstitution en grains équiaxes, on peut garder le fer α pseudomorphosé sur la structure martensitique du fer γ. Les grains sont ainsi recoupés par un très grand nombre de fines lamelles parallèles à quatre plans différents; la continuité des clivages *p* est coupée et l'on évite conséquemment la fragilité, suite naturelle de ces clivages faciles du fer α. D'où l'utilité de la trempe

et du revenu pour l'amélioration des qualités mécaniques des aciers doux.

Cette structure de la martensite est encore, à échelle réduite, celle des fers météoriques octaédriques. On sait que ces fers sont formés de lamelles relativement épaisses et parallèles aux quatre paires de faces de l'octaèdre régulier. Abstraction faite de la tænite (alliage riche en nickel), de la schreibersite $(Fe, Ni)^3P$ et de la plessite (mélange de tænite et de kamacite) qui peuvent se trouver interposées entre elles, ces lamelles sont constituées par du fer α contenant environ 7 pour 100 de nickel en solution solide et ont reçu le nom de *kamacite*. C'est là toujours une structure du fer γ. Cette structure s'est conservée, bien que le fer ait repris la forme α, parce que, en présence du nickel, le point de transformation s'est trouvé suffisamment abaissé pour que le fer α ne puisse reprendre sa structure naturelle à grains équiaxes. Le cas est exactement le même que celui de la martensite qu'on a fait revenir à température modérée : le fer α est resté cristallisé sur les axes et avec les formes du fer γ.

Déjà, Linck (¹) avait cru pouvoir affirmer que les fers météoriques octaédriques sont des assemblages polysynthétiques de quatre sous-individus cubiques maclés avec un cube principal suivant la loi ordinaire de la fluorine, avec a^1 pour plan de macle et plan d'accolement. Nous avons essayé de vérifier cette affirmation sur un fragment d'une météorite rapportée par M. Ward de la région de Tombouctou. Ce fragment, prélevé près de la périphérie, avait été malheureusement un peu déformé. Pour cette raison, nous n'avons pas pu contrôler la loi de Linck en étudiant les directions des lignes de Neumann sur une coupe parallèle à une face de cube principal. Les directions trouvées étaient trop différentes des directions théoriques pour que la loi se trouvât vérifiée ; mais elles n'en différaient pas tellement que les écarts ne pussent être expliqués par la déformation notable manifestement subie, la moindre déformation faussant rapidement les angles. En fait, une méthode géométrique était trop délicate dans l'espèce. Nous nous sommes alors adressés à une méthode plus grossière et, par conséquent, mieux appropriée, celle des figures de pression. Si la théorie de Linck est exacte, une face p du cube principal coupe les quatre cubes secondaires maclés avec lui suivant des plans $a^{\frac{1}{2}}$. Toutes les figures de pression sur une telle face du cube principal doivent donc être caractéristiques, soit d'un plan p unique, soit de quatre plans $a^{\frac{1}{2}}$, et il ne doit pas se former d'autres figures. C'est ce que l'expérience a pleinement confirmé, vérifiant une fois de plus les conclusions auxquelles Linck avait été amené par d'autres méthodes.

Ajoutons que cette structure polysynthétique n'est nullement particulière au fer. Elle tend à se réaliser toutes les fois qu'il se produit dans l'état

(¹) Apud Cohen, *Meteoritenkunde*, Stuttgart, 1894.

solide un changement allotropique ou isomérique avec changement de volume, si les tensions mécaniques qui en résultent peuvent déterminer des macles mécaniques. C'est ainsi que M. Breuil a pu signaler la structure martensitique dans un bronze d'aluminium trempé [1], fait qui a été confirmé par M. Guillet [2]. Ce sont là des cas particuliers d'un phénomène général.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la détermination des points de transformation de quelques aciers par la méthode de la résistance électrique.* Note de M. **P. Fournel**, présentée par M. H. Moissan.

De nombreuses recherches [3] ont été effectuées dans le but de déterminer les points de transformation du fer et des aciers par les variations de la résistance électrique avec la température. Ces recherches n'ont mis nettement en évidence que le point appelé A_3 par M. Osmond [4].

J'ai été amené, en vue d'autres expériences, à étudier ce phénomène dans des conditions particulièrement précises. Les résultats que j'ai obtenus montrent que cette méthode permet de caractériser également les transformations A_1 et A_2.

Les mesures ont été effectuées sur des fils de $0^{mm},3$ de diamètre. Les échantillons à étudier, d'une longueur d'environ 30^{cm}, étaient enroulés sur une double feuille de mica et chauffés dans le vide par un four électrique à résistance. Le fil placé en série avec un ohm étalon était parcouru par un courant de quelques centièmes d'ampère. En mesurant à l'aide d'un potentiomètre les différences de potentiel aux bornes de l'échantillon et aux bornes de l'ohm étalon, j'avais à chaque température la résistance cherchée. Cette méthode présente l'avantage d'éliminer les variations de résistance des autres parties du circuit et de ne pas exiger une source de force électromotrice rigoureusement constante. Les températures étaient données par un couple Le Chatelier dont la soudure était placée entre les deux feuilles de mica.

J'ai eu soin d'opérer dans chaque série de mesures avec la même vitesse d'échauffement et de refroidissement.

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXL, p. 587.

(2) *Revue de Métallurgie*, t. II, Mém., août 1905, p. 567.

(3) Hopkinson, *Philos. Trans.*, t. CLXXX, 1889, p. 443. — Le Chatelier, *Comptes rendus*, t. CX, 1890, p. 283. — Morris, *Philos. Mag.*, 5e sér., t. XLIV, 1897, p. 177. — Harrisson, *Ibid.*, 6e sér., t. III, 1903, p. 177. — Boudouard, *Bull. Soc. Enc.*, t. CV, 1903, p. 449.

(4) Osmond, *Annales des Mines*, 8e sér., t. XIV, 1888, p. 5.

Cette précaution est nécessaire dans de telles expériences où les phénomènes de viscosité atteignent une grande importance et ne permettent pas de comparer les résultats obtenus avec des vitesses de variation thermique différentes.

Les mesures ont été effectuées sur huit échantillons. Pour plus de clarté, je n'ai représenté dans le graphique ci-après que les courbes relatives aux cinq échantillons :

Nos.	C. pour 100.	Si pour 100.	Mn pour 100.
I..........	0,08	0,24	0,43
II..........	0,11	0,02	0,35
III..........	0,22	0,33	0,57
IV..........	0,37	0,126	0,47
V..........	1,05	?	0,25

L'examen micrographique [1] a montré que la répartition du carbone n'était pas homogène dans une même section droite du fil. Dans tous les cas, la partie centrale était plus carburée que la périphérie ; ce fait explique certaines particularités indiquées plus loin.

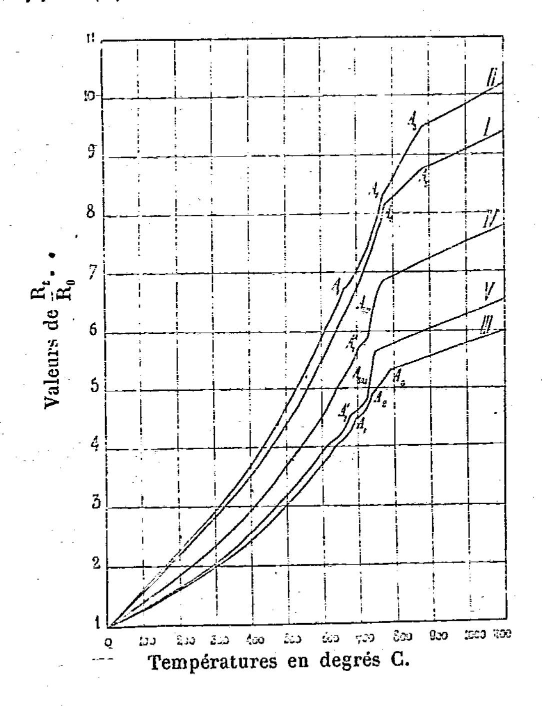
Les courbes représentent les variations de résistance observées à l'échauffement, chaque échantillon ayant été au préalable recuit pendant le même temps à 1000° dans le vide. Les abscisses sont proportionnelles aux températures, les ordonnées aux valeurs de $\frac{R_t}{R_0}$, R_0 étant la résistance à 0°.

Transformation A_1. — Le point A_1 qui correspond à la dissociation de la cémentite n'apparaît pas dans l'échantillon I à 0,08 pour 100 de carbone. Il est indiqué à 670° pour le n° II et à 695° pour le n° III par un point de rebroussement très net des courbes d'échauffement. Pour les échantillons IV et V qui présentent une transformation unique A_{321}, les courbes indiquent également, vers 700°, un point anguleux que j'ai appelé A'_1; ce point correspond certainement à la transformation qui se produit à ce moment dans la périphérie moins carburée.

Transformation A_2. — La fin de la transformation du fer α en fer β se traduit, pour les échantillons I (775°), II (780°) et III (740°), par une orientation nouvelle des courbes qui à partir de ce moment deviennent

(1) Cet examen micrographique a été fait par M. Osmond à qui j'exprime ma reconnaissance pour les renseignements qu'il m'a fournis au sujet du présent travail.

rectilignes. L'influence du manganèse sur la position de ce point est nettement marquée dans l'échantillon III (Mn = 0,57 pour 100), pour lequel A_2 se trouve à 740°, alors que dans un même acier, moins le manganèse, il se trouverait vers 775° (¹).



Transformation A_3. — Le passage du fer de l'état β à l'état γ correspond à un nouveau point anguleux qui s'abaisse rapidement dans l'échelle des températures quand la teneur en éléments étrangers augmente. Le point A_3 se trouve à 880° pour le numéro I, à 890° pour le numéro II, et à 790° pour le numéro III. Là encore l'influence du manganèse se superpose à celle du carbone.

Transformation $A_{3.2.1}$. — Elle est indiquée dans les échantillons IV et V, par un accroissement brusque de la résistance. Cet accroissement se produit dans un intervalle de température, d'autant plus restreint que l'alliage est plus riche en éléments étrangers; n° IV : de 730° à 770°, n° V : de 730° à 750°.

(¹) On sait que, dans les aciers ne contenant que du carbone et jusqu'à la teneur 0,35 pour 100, la position du point A_2 n'est pas sensiblement modifiée quand la proportion de carbone augmente.

En résumé, la méthode de la résistance électrique m'a permis de déterminer, pour les cinq échantillons étudiés, les points critiques suivants :

	I.	II.	III.	IV.	V.
A_1...........	»	670°	695°		
A_2...........	775°	780°	740°	730°-770°	730°-750°
A_3...........	880°	890°	790°		

CHIMIE MINÉRALE. — *Solubilité du carbone dans le carbure de calcium.* Note de M. **H. Morel Kahn**, présentée par M. H. Moissan.

Les carbures de calcium industriels renferment toujours une certaine quantité d'impuretés parmi lesquelles on trouve toujours du graphite. Du reste M. Moissan a démontré, dès le début de ses recherches sur le calcium, que ce composé fondu dissolvait du carbone et l'abandonnait ensuite sous forme de graphite (¹). Dans les produits industriels la proportion de graphite est essentiellement variable suivant les provenances; il était donc à prévoir que le mode de formation du carbure exerçait une influence sur la proportion de carbone dissous. De plus, en comparant ces faits à ceux de la dissolution du carbone dans les produits préparés en présence d'un excès de charbon, on pouvait penser que le carbure de calcium, porté à une température de plus en plus élevée en présence d'un grand excès de carbone, pouvait en dissoudre, en quantités variables, suivant les conditions de la réaction. C'est ce point que nous avons voulu étudier.

Solubilité du carbone dans le carbure de calcium. — Nous avons répété à cet effet l'expérience primitive de M. Moissan et nous avons chauffé au four électrique un mélange de 120^g de chaux de marbre et 70^g de charbon de sucre. Dans une première série d'expériences nous avons chauffé un poids donné de carbure, 200^g environ, pendant un temps constant, mais avec des intensités variables. Le carbure obtenu était cristallisé et à reflets mordorés. Il a été attaqué par l'eau; le résidu était lavé aux acides purs chlorhydrique, azotique et fluorhydrique, puis soigneusement lavé à l'eau. Dans ces conditions on obtenait du graphite ne renfermant comme impureté qu'une quantité variable mais très faible de siliciure de carbone (²),

(¹) H. Moissan, *Préparation au four électrique d'un carbure de calcium cristallisé, propriétés de ce nouveau composé* (*Comptes rendus*, t. CXVIII, 1894, p. 501).

(²) Le silicium qui a fourni ce siliciure de carbone provient des impuretés des électrodes et du creuset.

inattaquable par tous les acides; on pesait sur filtre taré pour avoir le poids de graphite.

Après une chauffe de 3 minutes 30 secondes à 400-450 ampères sous 110 volts, ce qui correspond à la formation du carbure de calcium, nous avions un carbure ayant dissous 0,5 pour 100 de carbone.

T = 3 min. 30 sec.; I = 400-450 amp. 110 volts.

	CaC^2.	C graphite.	Pour 100.
1.....	0,3506	0,0016	0,45
2.....	0,7806	0,0042	0,53

Si nous chauffions à 450-500 ampères, la teneur en carbone dissous montait jusqu'à 1,50 pour 100.

T = 3 min. 30 sec.; I = 450-500 amp.

	CaC^2.	C graphite.	Pour 100.
1.....	0,2072	0,0024	1,15
2.....	0,1696	0,0026	1,53

Pour une intensité de 500-600 ampères, la teneur en carbone dissous arrivait à 3,80 pour 100.

T = 3 min. 30 sec.; I = 500-600 amp.

CaC^2.	C graphite.	Pour 100.
0,2624	0,0100	3,81

Dans le Tableau ci-dessous, nous portons les principaux résultats obtenus :

TABLEAU I.

		T constant.	I variable.
	T.	I.	Graphite pour 100.
1........	3ᵐ.30ˢ	400-450ᴬ	0,45; 0,53; 0,56
2........	3.30	450-500	0,98; 1,16; 1,53
3........	3.30	500-600	2,80; 3,80

Les différences qu'on remarque pour une même chauffe ou pour des chauffes faites dans les mêmes conditions tiennent à ce que, chauffant pendant peu de temps une masse assez considérable, tous les points de cette masse ne sont pas portés à une même température. Il s'ensuit des variations sensibles de la solubilité. L'allure générale de la réaction est cependant très nette; il y a accroissement de la solubilité du carbone en même temps que l'intensité augmente.

Nous avons fait une autre série d'expériences où, tout en maintenant l'intensité constante, nous avons fait varier le temps de chauffe. Nous obtenons de même un accroissement de la proportion de graphite, ainsi que le montre le Tableau suivant :

Tableau II.

	I constant.	T variable.	Graphite pour 100.
	A	m s	
1...........	500-600	3.30	2,45; 2,53
2...........	500-600	4.30	2,68; 2,72
3...........	500-600	5	2,82; 2,95
4...........	500-600	5.30	3,40
5...........	500-600	6	4,42
6...........	500-600	6.30	5,09

Pour les chauffes dont la durée dépasse 6 minutes et demie, les résultats obtenus ne sont plus comparables, il y a un enrichissement considérable en carbone et le phénomène devient plus complexe. En même temps que la solubilité du carbone, il intervient un phénomène de mise en liberté de carbone, par suite d'un phénomène de dissociation puis de décomposition totale du carbure.

En résumé, nous nous trouvons en présence d'un simple phénomène de dissolution du graphite dans le carbure de calcium, phénomène limité seulement par la décomposition du solvant.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'uréthane et de l'urée sur le glyoxylate d'éthyle. Nouvelle synthèse de l'allantoïne.* Note de MM. **L.-J. Simon** et **G. Chavanne**, présentée par M. H. Moissan.

Uréthane. — Le glyoxylate d'éthyle se condense avec l'uréthane pour donner l'éther diuréthaneglyoxylique

$$\begin{matrix} CO^2C^2H^5 - NH \\ CO^2C^2H^5 - NH \end{matrix} \Big\rangle CH - CO^2C^2H^5.$$

L'opération s'effectue au moyen de l'acide chlorhydrique, exactement comme dans le cas du pyruvate d'éthyle et avec le même succès (1).

L'éther obtenu est une substance très joliment cristallisée en prismes incolores et transparents. Il est soluble dans l'alcool où l'on peut le faire cristalliser par évapo-

(1) *Comptes rendus*, t. CXLII, 1906, p. 893.

ration, dans l'acide acétique qui permet de déterminer cryoscopiquement sa grandeur moléculaire, dans le chloroforme, etc. Il fond sans décomposition à 143° et peut même distiller sous pression réduite.

L'eau le dissout à l'ébullition sans le saponifier, ni le décomposer; par refroidissement il cristallise. A cet égard il se comporte donc bien encore comme son homologue, l'éther diuréthanepyruvique.

L'ammoniaque aqueuse concentrée transforme l'éther à froid en une substance fondant à 190°, soluble dans l'alcool et l'eau chaude, l'amide diuréthanepyruvique :

$$\begin{matrix} CO^2C^2H^5 - NH \\ CO^2C^2H^5 - NH \end{matrix} \Big> CH - CONH^2.$$

La potasse aqueuse ou alcoolique saponifie régulièrement l'éther et fournit par acidification l'acide correspondant

$$\begin{matrix} CO^2C^2H^5 - NH \\ CO^2C^2H^5 - NH \end{matrix} \Big> CH - CO^2H + 2H^2O.$$

L'ammoniaque et la potasse agissent donc régulièrement sur l'éther; nous verrons plus loin qu'il n'en est pas de même avec l'éther diuréique.

L'acide diuréthaneglyoxylique cristallise dans l'eau bouillante en jolies aiguilles fines et soyeuses renfermant 2^{mol} d'eau de cristallisation qu'elles perdent à 110°-115° et qu'elles reprennent à l'air humide. L'acide hydraté fond à 159°-160°; l'acide sec un peu plus haut à 165°. Ce produit est donc stable en présence de l'eau : *il s'écarte nettement en cela de son homologue supérieur direct, l'acide diuréthanepyruvique, dont la décomposition par l'eau a été étudiée antérieurement* (¹).

L'acide diuréthaneglyoxylique est également soluble dans l'alcool où on peut le faire cristalliser : l'eau le précipite de sa solution alcoolique. Il s'unit en solution alcoolique avec la phénylhydrazine et les bases aromatiques pour en donner les sels bien cristallisés. C'est un acide énergique qui rougit l'hélianthine et peut être exactement titré alcalimétriquement en présence de phtaléine; de sa solution alcaline l'acide est précipité sans aucune altération par les acides minéraux.

Urée. — Le glyoxylate d'éthyle se condense avec l'urée comme avec l'uréthane en utilisant l'action condensante de l'acide chlorhydrique em-

(¹) *Comptes rendus*, t. CXLII, 1906, p. 790.

ployé avec ménagement. Le produit obtenu se présente d'après l'analyse comme étant l'allantoate d'éthyle encore inconnu (I) :

$$\text{(I)} \qquad \begin{matrix} NH^2 - CO - NH \\ NH^2 - CO - NH \end{matrix}\!\!\!>\! CH - CO^2C^2H^5,$$

$$\text{(II)} \qquad \begin{matrix} NH^2 - CO - NH - CH \text{———} CO \\ \qquad\qquad\qquad | \qquad\qquad | \\ \qquad\qquad\quad NH - CO - NH \end{matrix}.$$

Cet éther, le plus simple des éthers diuréiques, est un corps blanc microcristallin, il ne fond pas mais se décompose aux environs de 200° comme son homologue supérieur, l'éther homoallantoïque. Comme pour ce dernier (¹) et contrairement à ce qui se passe pour le dérivé uréthanique, l'action de l'ammoniaque ne fournit pas l'amide, l'action de la potasse aqueuse ou alcoolique ne fournit pas l'acide par saponification. Dans tous les cas on obtient par fermeture du noyau uréique, l'*allantoïne* (II) dont on a ainsi une synthèse nouvelle et particulièrement régulière. La synthèse de l'acide allantoïque résulte d'ailleurs indirectement de l'action prolongée de l'alcali sur l'allantoïne qui conduit comme on sait à l'allantoate de potassium. Nous avons vérifié qu'inversement on ne peut revenir par éthérification de l'acide allantoïque à l'éther allantoïque initial.

Les analogies que nous avons signalées entre l'éther allantoïque et son homologue supérieur ne se poursuivent pas dans l'action de l'eau bouillante. Celle-ci provoque, en effet, la décomposition de l'éther homoallantoïque en régénérant le pyruvate d'éthyle d'où il provient (¹) ; au contraire, l'éther allantoïque projeté dans une grande quantité d'eau bouillante s'y dissout et y cristallise par refroidissement en fines aiguilles sans que l'analyse puisse manifester l'apparence d'altération. Il peut également cristalliser dans l'alcool bouillant.

Chauffé avec l'eau acidulée l'éther allantoïque s'y décompose encore plus facilement et l'on peut caractériser le glyoxylate d'éthyle au moyen de la réaction colorée qu'il fournit avec l'ammoniaque que nous avons récemment indiquée (²).

La différence de stabilité en présence de l'eau des deux éthers homologues mérite d'autant plus d'être soulignée qu'elle est corrélative d'une différence dans la synthèse : l'éther homoallantoïque se produisant par

---

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 1904, p. 372.
(²) *Comptes rendus*, t. CXLII, 1906, p. 930.

union directe de l'éther pyruvique et de l'urée, l'éther allantoïque, au contraire, exigeant l'aide d'un condensant auxiliaire.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la formation de dérivés indazyliques à partir de l'acide* o-*hydrazobenzoïque*. Note de M. **P. Carré**, présentée par M. H. Moissan.

Dans une Note précédente ([1]) j'ai montré que l'aldéhyde acide *o*-azobenzoïque se transforme facilement en un composé $(C^{14}H^8N^2O^2)^2$, par le contact de l'eau, avec formation intermédiaire probable d'acide *o*-hydrazobenzoïque; j'indiquais aussi que ce composé se forme en faible quantité quand on chauffe l'acide *o*-hydrazobenzoïque. On l'obtient plus facilement et avec un meilleur rendement en traitant l'acide *o*-hydrazobenzoïque par le pentachlorure de phosphore.

L'acide *o*-hydrazobenzoïque (1^{mol}) est mis en suspension dans l'oxychlorure de phosphore puis additionné de pentachlorure de phosphore (2^{mol} à 3^{mol}), par petites portions; le dégagement d'acide chlorhydrique commence à froid; on termine la réaction au bain-marie et l'on distille l'excès d'oxychlorure de phosphore dans le vide, les dernières traces de ce dernier peuvent être éliminées par un lavage à l'eau ou au benzène sec, le produit formé étant peu soluble dans le benzène. Le résidu est purifié par cristallisation dans l'alcool. Nous discuterons le processus qui a pu donner naissance au composé $(C^{14}H^8N^2O^2)^2$, après avoir éclairci la constitution de ce dernier.

La saponification du composé $(C^{14}H^8N^2O^2)^2$ fournit de l'acide oxy-3-indazylbenzoïque,

$$C^6H^4\left\langle\begin{matrix} C-OH \\ | \\ N \end{matrix}\right\rangle N - C^6H^4 - CO^2H,$$

dont la constitution résulte des faits suivants :

Oxydé par l'acide nitrique dilué de son volume d'eau, il fournit de l'acide *o*-azobenzoïque

$$C^6H^4\left\langle\begin{matrix} C-OH \\ | \\ N \end{matrix}\right\rangle N - C^6H^4 - CO^2H + O = C^6H^4\left\langle\begin{matrix} CO^2H \quad CO^2H \\ N =\!=\!=\!=\!= N \end{matrix}\right\rangle C^6H^4.$$

La régénération du corps $(C^{14}H^8N^2O^2)^2$ par déshydratation de cet acide

([1]) P. Carré, *Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 663.

oxy-indazylbenzoïque montre, en outre, la présence d'un oxhydrile qui ne peut être situé que sur le noyau indazylique, position qui se trouve confirmée par l'obtention du même composé à partir de l'acide *o*-hydrazobenzoïque.

Le composé $(C^{14}H^8N^2O^2)^2$ doit donc être une lactone de l'acide oxy-3-indazylbenzoïque.

La facilité avec laquelle cet acide oxy-indazylbenzoïque régénère la lactone ne m'a pas permis d'en préparer les dérivés de l'oxhydrile fixé sur le noyau indazylique. C'est ainsi que son éther éthylique, $C^6H^4\left\langle\begin{matrix} C-OH \\ | \\ N \end{matrix}\right\rangle N - C^6H^4 - CO^2C^2H^5$, traité par l'isocyanate de phényle, ne donne pas la phényluréthane correspondante, mais régénère la lactone en même temps qu'il se forme la phényluréthane éthylique. Le chlorure de benzoyle en solution pyridique agit également comme déshydratant pour régénérer la lactone; je n'insisterai pas sur la réaction du chlorure de benzoyle en liqueur alcaline, qui paraît donner lieu à une réaction plus complexe qu'une simple benzoylation et que le manque de substance ne m'a pas permis d'approfondir (l'analyse élémentaire du produit obtenu répond à $C^{14}H^9N^2O^2.O.COC^6H^5, H^2O$).

Quant à la transformation de l'acide *o*-hydrazobenzoïque en lactone de l'acide oxy-indazylbenzoïque, sous l'influence du pentachlorure du phosphore, elle peut se comprendre de diverses façons :

On pourrait supposer qu'il se forme tout d'abord le chlorure de l'acide *o*-hydrazobenzoïque, qui serait ensuite déshydraté pour donner le chlorure de l'acide chloro-indazylbenzoïque, lequel après décomposition par l'eau conduirait à la lactone :

$$C^6H^4\left\langle\begin{matrix} CO^2H & CO^2H \\ NH & \!\!\!-\!\!-\!\!-\!\!\!\! & NH \end{matrix}\right\rangle C^6H^4 \rightarrow C^6H^4\left\langle\begin{matrix} COCl & COCl \\ NH & \!\!\!-\!\!-\!\!-\!\!\!\! & NH \end{matrix}\right\rangle C^6H^4$$

$$\rightarrow C^6H^4\left\langle\begin{matrix} C-Cl \\ | \\ N \end{matrix}\right\rangle N - C^6H^4 - COCl$$

$$\rightarrow C^6H^4\left\langle\begin{matrix} C-OH \\ | \\ N \end{matrix}\right\rangle N - C^6H^4 - CO^2H \rightarrow (C^{14}H^8N^2O^2)^2.$$

Mais ce processus est à rejeter; en effet, le contact de l'eau n'est pas nécessaire à la formation de la lactone, car après élimination de l'excès d'oxychlorure de phosphore par le benzène sec, on obtient cette lactone par cristallisation du produit brut dans l'alcool absolu; de plus ces réactions

seraient contraires aux propriétés des dérivés chloro-3-indazyliques décrits par Fischer [1].

Le processus qui me paraît le plus vraisemblable est le suivant : dans une première phase le pentachlorure de phosphore déshydraterait l'acide *o*-hydrazobenzoïque pour former de l'acide oxy-indazylbenzoïque,

$$C^6H^4\left\langle\begin{matrix}CO^2H & CO^2H\\ NH & -NH\end{matrix}\right\rangle C^6H^4 + PCl^5$$

$$= POCl^3 + HCl + C^6H^4\left\langle\begin{matrix}C-OH\\ \vert\\ N\end{matrix}\right\rangle N - C^6H^4CO^2H,$$

qui conduirait ensuite à la lactone; or M. Freundler a montré (communication particulière) pour d'autres dérivés oxy-indazyliques que cette dernière transformation se produit par l'intermédiaire d'un éther phosphorique de l'oxhydrile indazylique; il est donc fort probable qu'il en est de même ici.

L'acide oxy-3-indazylbenzoïque cristallise dans l'alcool en lamelles blanches fusibles à 228°, en se transformant en lactone; son éther éthylique cristallise dans l'alcool en aiguilles blanches fusibles à 132° et se décompose à une température plus élevée en lactone et alcool éthylique.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le dioximidosuccinate d'éthyle.* Note de M. **A. Wahl**, présentée par M. A. Haller.

Dans un travail précédent [2] nous avons démontré, M. Bouveault et moi, que le dioximidobutyrate d'éthyle n'existe que sous une seule forme et ne présente pas la stéréoisomérie qui lui a été attribuée. Il m'a semblé intéressant de rechercher si les cas analogues de stéréoisomérie des dioximes signalés dans la série grasse sont mieux établis.

J'ai pensé m'adresser à l'acide dioximidosuccinique (dioximido 2.3, butane dioïque 1.4) qui, d'après M. Söderbaum, peut exister sous deux formes isomères dans l'espace [3]. Dans la préparation de cet acide et surtout dans sa purification, j'ai rencontré des difficultés considérables qui

(1) E. Fischer, *D. chem. G.,* t. XXXIV, 1901, p. 795.
(2) *Comptes rendus,* t. CXL, 1905, p. 438.
(3) *D. chem. G.,* t. XXIV, p. 1215.

m'ont fait songer à l'obtenir par un procédé différent, notamment en partant de l'éther éthylique correspondant : le dioximidosuccinate d'éthyle. Ce composé se forme lorsqu'on fait agir le chlorhydrate d'hydroxylamine sur le dioxosuccinate d'éthyle en solution aqueuse.

L'éther dioxosuccinique a été préparé d'après la méthode de MM. Anschütz et Parlato (1). Quand on le conserve pendant longtemps, il se solidifie partiellement par suite de la formation d'un *hydrate* $C^8H^{10}O^6 + H^2O$ cristallisé en petites aiguilles blanches fondant vers 130°-135°. Dans l'action du chlorhydrate d'hydroxylamine, le dioximidosuccinate d'éthyle se précipite cristallisé tandis qu'il reste en dissolution deux autres produits qui sont enlevés par extraction à l'éther, puis séparés par agitation de la solution éthérée avec du carbonate de sodium. La liqueur alcaline colorée en rouge fournit un composé cristallisé en feuillets blancs fondant vers 160°-165° en se décomposant et répondant à la formule de l'*isonitrosoisoxazolone carbonate d'éthyle*. Ce composé dérive de l'éther dioximidosuccinique par perte d'une molécule d'alcool :

$$\begin{array}{c} C^2H^5OCO - \underset{\underset{NOH}{\|}}{C} — \underset{\underset{NOH}{\|}}{C} - COOC^2H^5 \end{array} = C^2H^6O + \begin{array}{c} NOH = C — C - COOC^2H^5 \\ \quad\;\; | \qquad \| \\ \quad\;\; CO \quad\; N \\ \qquad \diagdown \diagup \\ \qquad\; O \end{array}$$

Il est peu soluble dans l'eau, soluble dans les alcalis avec une coloration violette fugace, caractéristique. La solution éthérée, traitée par le carbonate de sodium, laisse après distillation une petite quantité d'un liquide bouillant à 132°-135° sous 30^{mm} : c'est du *tartronate d'éthyle* qui préexistait vraisemblablement dans la matière première.

Le *dioximidosuccinate d'éthyle* cristallise sous deux formes : dissous dans un mélange d'éther anhydre et d'éther de pétrole (40°-60°), il se dépose d'abord en petits prismes transparents; après séparation de ceux-ci, la liqueur-mère laisse déposer bientôt de gros cristaux, transparents tant qu'ils sont immergés dans le liquide, mais devenant opaques et blancs quand on les en retire. Ces deux modifications ont les mêmes propriétés : elles fondent en se décomposant, vers 196°, présentent la même composition et peuvent par simple cristallisation être transformées l'une dans l'autre; elles sont insolubles dans l'eau froide, solubles dans l'eau bouillante, l'alcool et l'éther.

M. Beckh (2) a décrit un dioximidosuccinate d'éthyle qu'il obtient par éthérification de l'acide de M. Söderbaum. Cet éther est soluble dans l'eau et fond à 162°; il diffère du mien par ses propriétés physiques.

J'ai voulu me rendre compte s'il en est également différent par ses caractères chimiques; un de ses caractères, notamment son oxydation, devait me permettre d'élucider une question restée obscure malgré les travaux d'un grand nombre d'auteurs.

Cette question est celle de la constitution d'un composé connu sous le

(1) *Deut. chem. Gesell.*, t. XXV, p. 1975 et 3615.
(2) *Ibid*, t. XXX, p. 152.

nom de *glyoxime-peroxyde-dicarbonate d'éthyle* $C^8H^{10}N^2O^6$ qui diffère du dioximidosuccinate d'éthyle par deux atomes d'hydrogène en moins. Cet éther s'obtient quand on traite l'acétylacétate d'éthyle par l'acide nitrique fumant. M. Pröpper, qui l'étudia le premier, le considéra comme le nitrosoacétate d'éthyle $C^4H^7NO^3$; il en prépara des sels alcalins (1). M. Cramer (2) montra ensuite que sa vraie composition est $C^8H^{10}N^2O^6$ et lui attribua la constitution d'un peroxyde d'oxime adoptée depuis ; il confirma de plus sa propriété de donner des sels et admit pour ceux-ci les formules

$$C^8H^{10}N^2O^6 + 2NaOH \quad \text{et} \quad C^8H^{10}N^2O^6 + 2NH^3 + 2H^2O.$$

M. Beckh réalisa la synthèse de ce composé en oxydant son dioximidosuccinate d'éthyle par l'acide nitreux et caractérisa le produit ainsi obtenu par son sel ammoniacal fondant à 205°, présentant la composition du sel de Cramer. Depuis, MM. Bouveault et Bongert (3) ont montré que la nitration de l'éther acétylacétique fournit bien le composé $C^8H^{10}N^2O^6$, mais que celui-ci donne avec l'ammoniaque une amide fondant à 253°, dont la composition est $(CONH)^4$ et non un sel ammoniacal.

Pour résoudre la question, j'ai réalisé à mon tour l'oxydation du dioximidosuccinate d'éthyle que j'avais préparé. Cette oxydation s'effectue facilement au moyen d'acide nitrique fumant et fournit, à côté d'une petite quantité de dinitroacétate d'éthyle, le glyoxime-peroxyde-dicarbonate d'éthyle cherché avec un rendement de 70 pour 100. Cet éther, traité par l'ammoniaque, m'a fourni l'amide $(CONH)^4$ fondant vers 250°, identique avec celle de MM. Bouveault et Bongert.

Ce fait démontre l'identité parfaite du produit ainsi obtenu avec celui provenant de la nitration de l'éther acétylacétique ; de plus, il en confirme la constitution et permet de conclure définitivement à l'inexistence de ce prétendu sel ammoniacal des auteurs allemands. L'erreur de M. Beckh notamment est incompréhensible puisqu'il indique pour le sel ammoniacal une teneur en azote de 18,67 pour 100 et qu'en réalité l'amide qui se forme en renferme 32,6 pour 100.

---

(1) *Ann. Chem.*, t. CCXXII, p. 46.
(2) *Deut. chem. Gesell.*, t. XXV, p. 716.
(3) *Bull. Soc. chim.*, t. XXVII, p. 1164.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un mode de réaction de quelques anhydrides d'acides. Nouvelle série d'acides à noyau pyranique.* Note de M. **R. Fosse**, présentée par M. A. Haller.

Les anhydrides d'acides, ci-dessous désignés, produisent avec le dérivé hydroxylé du dinaphtopyrane et du xanthane un curieux résultat :

1. L'anhydride acétique transforme le dinaphtopyranol et le xanthydrol en acides dinaphtopyrylacétique et xanthylacétique :

H OH C O → CO^2H CH^2 CH O

Dinaphtopyranol. Acide dinaphtopyryl-acétique.

H OH C O → CO^2H CH^2 CH O

Xanthydrol. Acide xanthylacétique.

Ces nouveaux acides dérivent d'une réaction nouvelle : l'élimination de 1^{mol} d'eau entre l'oxhydryle pyranolique et 1^{at} d'hydrogène de l'acide acétique (1).

$$O\left\langle\begin{matrix}C^{10}H^6\\C^{10}H^6\end{matrix}\right\rangle CH - \boxed{OH + H}.CH^2.CO^2H = H^2O + O\left\langle\begin{matrix}C^{10}H^6\\C^{10}H^6\end{matrix}\right\rangle CH - CH^2 - CO^2H,$$

$$O\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle CH - \boxed{OH + H}.CH^2 - CO^2H = H^2O + O\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle CH - CH^2 - CO^2H.$$

2. Les anhydrides propionique, isobutyrique, isovalérique engendrent avec le dinaphtopyranol des acides provenant de l'enlèvement de 1^{mol} d'eau

(1) Nous négligeons provisoirement la théorie de la réaction et la recherche des corps intermédiaires, qui peuvent éventuellement précéder la formation des acides.

entre l'oxhydryle du pyranol et 1[at] d'hydrogrène des acides propionique, isobutyrique, isovalérique.

Même résultat entre l'anhydride isovalérique et le xanthydrol.

Par analogie avec la belle réaction de Perkin, l'atome d'hydrogène qui se sépare de la molécule de l'acide appartient vraisemblablement au carbone voisin du carboxyle. S'il en est ainsi, nous avons des acides propionique, isobutyrique, isovalérique substitués en α par le dinaphtopyryle ou le xanthyle; leur structure sera alors donnée par le schéma

$$O\langle\ \rangle CH.OH + H.\underset{CO^2H}{\overset{R}{CH}} = H^2O + O\langle\ \rangle CH - \underset{CO^2H.}{\overset{R}{CH}}$$

Malgré la grande probabilité de cette manière de voir, nous réservons la constitution de ces acides jusqu'au jour où nous pourrons l'établir directement.

3. L'anhydride succinique et le dinaphtopyranol conduisent à l'acide dinaphtopyrylsuccinique

$$O\left\langle\begin{matrix}C^{10}H^6\\C^{10}H^6\end{matrix}\right\rangle CH - \underset{H}{\overset{CO^2H}{C}} - CH^2 - CO^2H,$$

formé d'après l'égalité

$$O\left\langle\begin{matrix}C^{10}H^6\\C^{10}H^6\end{matrix}\right\rangle CH.OH + H - \overset{CO^2H}{CH} - CH^2 - CO^2H$$

$$= H^2O + O\left\langle\begin{matrix}C^{10}H^6\\C^{10}H^6\end{matrix}\right\rangle CH - \overset{CO^2H}{CH} - CH^2 - CO^2H,$$

ACIDE DINAPHTOPYRYLACÉTIQUE : $O\left\langle\begin{matrix}C^{10}H^6\\C^{10}H^6\end{matrix}\right\rangle CH - CH^2 - CO^2H$. — Beaux cristaux incolores fondant à 194° (n. c.); nous avons préparé et analysé les sels suivants : le *dinaphtopyrylacétate d'argent*, $O\left\langle\begin{matrix}C^{10}H^6\\C^{10}H^6\end{matrix}\right\rangle CH.CH^2.CO^2.Ag$; le *dinaphtopyrylacétate de potassium*, $O\left\langle\begin{matrix}C^{10}H^6\\C^{10}H^6\end{matrix}\right\rangle CH.CH^2.CO^2K$, cristaux incolores de l'alcool absolu; le *dinaphtopyrylacétate de sodium*, cristaux brillants, contenant de l'alcool de cristallisation, devenant opaques à 100° et répondant à la formule

$$O\left\langle\begin{matrix}C^{10}H^6\\C^{10}H^6\end{matrix}\right\rangle CH.CH^2 - CO^2Na;$$

le *dinaphtopyrylacétate de baryum*, aiguilles brillantes retenant de l'eau de cristallisation; anhydre et blanc à 100°, correspondant à la formule

$$\left[O\left\langle\begin{matrix}C^{10}H^6\\C^{10}H^6\end{matrix}\right\rangle CH.CH^2-CO^2\right]^2 Ba;$$

le *dinaphtopyrylacétate de calcium*, $\left[O\left\langle\begin{matrix}C^{10}H^6\\C^{10}H^6\end{matrix}\right\rangle CH-CH^2-CO^2\right]^2 Ca$, aiguilles soyeuses.

ACIDE DINAPHTOPYRYLPROPIONIQUE : $O\left\langle\begin{matrix}C^{10}H^6\\C^{10}H^6\end{matrix}\right\rangle CH.C^2H^4.CO^2H$. — Cristaux incolores fondant à 197° (n. c.).

ACIDE DINAPHTOPYRYL-α-ISOBUTYRIQUE : $O\left\langle\begin{matrix}C^{10}H^6\\C^{10}H^6\end{matrix}\right\rangle CH.C^3H^6.CO^2H$. — Cristaux incolores fondant à 221° (n. c.).

ACIDE DINAPHTOPYRYLISOVALÉRIQUE : $O\left\langle\begin{matrix}C^{10}H^6\\C^{10}H^6\end{matrix}\right\rangle CH.C^4H^8.CO^2H$. — Cristaux incolores se décomposant en fondant vers 208°-210°.

ACIDE DINAPHTOPYRYLSUCCINIQUE : $O\left\langle\begin{matrix}C^{10}H^6\\C^{10}H^6\end{matrix}\right\rangle CH-\underset{CO^2H}{\underset{|}{CH}}-CH^2-CO^2H$. — Beaux cristaux incolores, se décomposant avec dégagement gazeux et fusion vers 225°-230°.

ACIDE XANTHYLACÉTIQUE : $O\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle CH-CH^2-CO^2H$. — L'obtention de cet acide a lieu plus difficilement que celle de l'acide dinaphtopyrylacétique. La majeure partie du xanthydrol, traité par l'anhydride acétique, subit une autre transformation. Il cristallise en belles aiguilles incolores fondant à 155°,5-156° (n. c.). Il est sublimable, soluble dans l'alcool, un peu soluble dans l'eau bouillante.

ACIDE XANTHYLISOVALÉRIQUE : $O\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle CH.C^4H^8.CO^2H$. — Cristaux incolores fondant vers 147°-150°.

Nous continuons ces recherches.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur un nouveau procédé de dosage de la caséine dans le fromage.* Note de MM. A. TRILLAT et SAUTON, présentée par M. Roux.

La séparation dans le fromage de la matière albuminoïde non transformée de celle qui a subi l'action des microbes et de la caséase présente un grand intérêt, non seulement pour se rendre compte de la composition alimentaire des divers fromages, mais aussi pour suivre les phases de leur fermentation et établir ce que Duclaux appelait le *rapport de la maturation*. Nous rappellerons que ce savant, faute d'une meilleure méthode,

évaluait par différence la caséine totale et séparait la caséine soluble par filtration à travers la bougie de porcelaine : il fit remarquer lui-même l'imperfection d'un semblable procédé.

Nos essais nous ont amenés à présenter une nouvelle méthode qui repose, comme celle récemment publiée par nous pour le dosage de la caséine du lait ([1]), sur l'insolubilisation de cette substance par l'aldéhyde formique. L'application du même principe permet de séparer intégralement et de doser dans le fromage toute la matière albuminoïde non transformée.

Après avoir déterminé les conditions dans lesquelles ce dosage devait être effectué (A), nous avons établi par une série d'expériences de contrôle (B) que la substance ainsi isolée par notre procédé représentait bien la matière albuminoïde non transformée du lait, à l'exclusion de ses produits de dégradation. Voici le résumé de nos essais envisagés sous ces deux points de vue.

A. *Mode opératoire.* — On introduit 2^g de fromage dans un becherglass d'environ 100^{cm^3}, contenant 10^{cm^3} d'eau chaude; on désagrège rapidement en agitant avec une baguette de verre et en ajoutant peu à peu 50^{cm^3} d'eau (pour les fromages durs, on broie le fromage dans un petit mortier en employant de l'eau très légèrement ammoniacalisée). On porte à l'ébullition pendant 5 minutes; le liquide est ensuite additionné de $0^{cm^3},5$ de formol commercial. On maintient à l'ébullition pendant 3 minutes et l'on abandonne ensuite le liquide au repos pendant 5 minutes; la matière grasse se rassemble à la surface. On précipite alors la caséine par 5 gouttes d'acide acétique pur; quand la couche surnageante est limpide, on recueille sur un petit filtre taré le précipité blanc et pulvérulent qui est dégraissé dans un appareil à épuisement par l'acétone, enfin séché à 75°-80° et pesé. La matière grasse peut être évaluée à part en recueillant et évaporant l'acétone dans un vase taré. Cette méthode, appliquée à divers fromages du commerce, nous a donné les résultats suivants (les chiffres se rapportent à des fromages bruts, humidité non déduite) :

Désignation commerciale du fromage.	Matière albuminoïde non transformée pour 100.	Désignation commerciale du fromage.	Matière albuminoïde non transformée pour 100.
Camembert	18,20	Roquefort (demi mûr)	11,65
Gruyère	31,34	Roquefort (très mûr)	7,10
Gervais	6,415	Hollande	31,5
Brie	22,930		

L'application du procédé permet facilement de suivre la marche de la maturation

([1]) *Comptes rendus*, 26 mars 1906.

et d'établir, à n'importe quel moment, le rapport qui existe entre la caséine primitive et la caséine digérée. En voici un exemple provenant des analyses effectuées sur des prélèvements de fromage de Roquefort, à diverses époques de son affinage :

Date des prélèvements.	Caséine non digérée pour 100.	Caséine digérée pour 100.
Fromage frais au début	19,48	0
Après 8 jours............	18,12	1,36
Après 15 jours...........	11,65	7,83
Après 30 jours...........	8	11,48
Après 60 jours...........	7,10	12,38

B. *Contrôle de la méthode.* — Nous avons contrôlé notre méthode par une série d'essais qui ont mis en évidence : 1° que la caséine séparée ne contenait pas de matières étrangères et qu'elle possédait la composition de la matière albuminoïde du lait; 2° que le traitement à l'aldéhyde formique n'insolubilisait pas les peptones et les albumoses.

1° La matière séparée ne contient ni cendre, ni lactose, ni matière grasse. Elle a donné à l'analyse la composition suivante, qu'il est intéressant de rapprocher de celle de la caséine d'Hammarsten :

	Caséine insolubilisée retirée du fromage de gruyère, pour 100.	Caséine du lait d'après Hammarsten, pour 100.
Carbone	53,15	52,96
Hydrogène	7,08	7,05
Azote..............	15,53	15,65

2° Nous avons fait des digestions artificielles de caséine en présence de la pepsine. En dosant les échantillons prélevés au cours de ces digestions, nous avons constaté la diminution progressive de la caséine jusqu'à sa disparition. La preuve que les produits de digestion de la caséine ne sont pas insolubilisés par l'aldéhyde formique ressort aussi d'expériences que nous avons faites en opérant séparément sur diverses peptones et albumoses.

En résumé, nous pensons que la simplicité de notre procédé permettra de l'utiliser couramment soit dans le laboratoire pour l'analyse des fromages, soit dans la fabrication pour l'étude de la marche de la maturation.

AGRONOMIE. — *Sur la composition des terres de la Guinée française.* Note de M. ALEX. HÉBERT, présentée par M. Müntz.

Dans une mission qu'il a remplie l'année dernière dans la Guinée française, en vue d'étudier les sols de cette région et les endroits susceptibles de convenir à la culture et à l'établissement de jardins d'essais, M. Aug. Chevalier a recueilli un certain nombre d'échantillons de terres qu'il m'a transmis pour établir leur valeur culturale au point de vue physique et chimique. Ces prélèvements ont été effectués en partant de Konakry sur la côte de la Guinée française et en remontant vers le Fouta-Djalon, jusqu'aux sources du fleuve Gambie, avec déviation du côté du Niger.

Les soixante-trois échantillons que j'ai analysés proviennent des régions les plus élevées de l'Afrique occidentale française et comprises entre 500^{m} et 1300^{m} d'altitude, régions où il a été projeté d'établir des stations forestières expérimentales.

En divers endroits, M. Chevalier a pensé utile de faire des prélèvements du sous-sol, de façon à se rendre compte de la valeur qu'il pouvait présenter.

Les résultats que nous avons obtenus et qui seront exposés en détail dans un autre recueil et les conclusions qu'on en peut tirer constituent, pensons-nous, un utile appoint aux connaissances que nous possédons sur la valeur agricole des terres de nos colonies africaines et dont la plus grande part revient à MM. Müntz et Rousseaux qui ont fait l'étude des sols de Madagascar (1) et dont une autre partie a été exposée par nous au sujet des terrains de la région du Chari et du lac Tchad (2).

Les prélèvements ont été effectués dans les régions de Kouria, Kindia, Koniakori, Koukouré, Teliko, des monts Bilima, de Timbo, Diting, Bomboli, Labé, Diaguissa, de la source Gambie, de Banco et de Farana, dans des champs cultivés, le long des routes, dans des jardins d'essais, etc. Sans nous arrêter aux remarques concernant particulièrement chacune de ces régions, nous donnerons seulement ici les conclusions générales qui découlent de notre ensemble d'analyses physiques et chimiques de ces sols.

Au point de vue physique, on constate tout d'abord une très grande irrégularité de composition dans des échantillons provenant d'un même endroit ou d'une même région. Bien que quelques-uns soient fortement sableux, la généralité possède une teneur assez normale en sable et en argile, mais le calcaire y fait complètement défaut et l'humus est peu abondant.

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXII, 1901, p. 451.
(2) *Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 163.

Au point de vue chimique, l'azote total est généralement en assez grande quantité et dépasse presque toujours la teneur de 1 pour 1000, au moins pour la terre fine, dont certains échantillons sont même beaucoup plus riches, allant jusqu'à 4 pour 1000; mais, à côté de cet avantage, on note une pauvreté toujours très grande en acide phosphorique et en potasse. La chaux totale, et à un état autre que celui de carbonate, est d'ailleurs dans les mêmes conditions, ainsi que nous l'ont appris un certain nombre de déterminations que nous avons faites à ce sujet.

Les sous-sols présentent les mêmes particularités : richesse relative en azote atteignant couramment 0,5 pour 1000, et pénurie de chaux, d'acide phosphorique et de potasse.

Ce manque d'acide phosphorique, de potasse et de chaux, que nous avons constaté aussi dans les terres de l'Afrique centrale et que MM. Müntz et Rousseaux ont signalé également dans leur étude classique sur les terres de Madagascar, constitue un grave défaut de ces sols. Notamment le manque de bases salifiables : potasse et chaux, doit gêner plus ou moins la nitrification, qui sans cela pourrait être très abondante, des matières azotées contenues en assez grande quantité dans les terrains de la Guinée française. Nous devons dire d'ailleurs que les plantes de ces régions doivent cependant absorber une certaine proportion des éléments phosphatés, potassiques et calcaires qui leur sont nécessaires, car la végétation y est d'une intensité assez considérable et les animaux y présentent un squelette parfaitement normal.

Il y a peut-être là un phénomène d'assimilation minérale particulier aux végétaux des contrées intertropicales et dont nous ignorons encore le mécanisme exact.

A côté d'analyses d'échantillons de sols naturels ou sauvages et non améliorés par la culture, nous avons effectué les analyses de terres de cultures améliorées par l'apport d'engrais indigènes ou par les façons culturales du pays. Ces améliorations sont loin d'être négligeables et les endroits cultivés d'une manière suivie et entretenue dans ces régions : jardins d'essais, potagers, orangeries, terres à caféiers, bananeraies, champs, etc., voient leur richesse en azote et parfois en acide phosphorique et en potasse élevée dans de grandes proportions.

La production agricole, dans la Guinée française, n'y pourra donc prendre toute l'ampleur dont elle est susceptible tant qu'on n'aura pu remédier, d'une façon naturelle ou artificielle, au manque de phosphates, de potasse et de chaux, par des amendements ou des apports d'engrais,

impossibles à exécuter dans l'état actuel des choses. En revanche, les améliorations indigènes nous montrent qu'on peut faire réaliser actuellement à ces sols de sérieux progrès dans la teneur de leurs éléments fertilisants, progrès qui contribueront certainement d'une façon efficace à élever le rapport déjà rémunérateur de notre colonie d'Afrique occidentale.

ZOOLOGIE. — *Aperçu sur la faune malacologique des lacs Rodolphe, Stéphanie et Marguerite.* Note de MM. **R. Anthony** et **H. Neuville**, présentée par M. Edmond Perrier.

Parmi les nombreux matériaux d'étude entrés au Muséum avec la collection Maurice de Rothschild, une mention toute particulière doit être faite des Mollusques provenant des lacs Rodolphe, Stéphanie et Marguerite. La position géographique de ces lacs, très voisins les uns des autres, n'est pas encore entièrement et rigoureusement déterminée ; leur faune est jusqu'ici très peu connue, et, en ce qui concerne plus particulièrement les Mollusques, on ne s'éloignerait pas beaucoup de la vérité en la disant presque totalement ignorée.

Les matériaux de cette collection sont en effet les premiers, à notre su du moins, qui fournissent un appoint important à la connaissance de la faune malacologique de ces lacs. Les problèmes à la solution desquels ils peuvent aider leur donnent un intérêt considérable au point de vue de l'histoire de l'évolution de cette partie du continent africain.

Les lacs Rodolphe, Stéphanie et Marguerite occupent, par rapport au Tanganyika et au Victoria, dont on commence aujourd'hui à mieux connaître la faune, une position beaucoup plus septentrionale ; ce sont les derniers chaînons importants de la série des grands lacs africains.

En se reportant à ce que l'on connaît de la faune malacologique du Tanganyika, on voit qu'il existe dans ce lac deux catégories de Mollusques : les uns essentiellement propres à l'eau douce (*Ampullariidae, Paludinidae, Limnaeidae, Unionidae*, etc.), se rattachent à la faune aquatique générale de l'Afrique tropicale ; les autres, d'apparence marine (*Nassopsis, Spekia, Chytra*, etc.), ont été désignés collectivement par Moore sous le nom de « *halolimnic group* ». Cette constitution faunique assigne au Tanganyika une place toute spéciale parmi les grands lacs africains et a servi de base à l'hypothèse d'après laquelle il serait le reliquat d'une mer qui s'est progressivement réduite et dont les eaux ont peu à peu perdu leur salure.

Les espèces provenant des lacs Rodolphe, Stéphanie et Marguerite, que nous avons examinées, appartiennent toutes à la faune essentiellement d'eau douce ; certaines mêmes sont très analogues à des formes tanganiciennes.

Ces espèces sont les suivantes :

Ampullaria Bridouxi Bgt, du lac Stéphanie.
Cleopatra bulimoides Oliv., du lac Stéphanie.
Bithynia Neumanni Martens, du lac Rodolphe.
Melania tuberculata Müll., des lacs Rodolphe, Stéphanie et Marguerite.
Physa tchadiensis Germ., du lac Marguerite.
Planorbis abyssinicus Jick., du lac Rodolphe.
Unio (*Grandidieria*) *Rothschildi* Neuv. et Anth., du lac Rodolphe.
Unio (*Grandidieria*) *Chefneuxi* Neuv. et Anth., du lac Rodolphe.
Pseudospatha Bloyeti Bgt, du lac Marguerite.
Aetheria Caillaudi Fer., du lac Rodolphe. (D'autres Æthéries, indéterminables, proviennent des lacs Stéphanie et Marguerite.)
Corbicula fluminalis Müll., des lacs Rodolphe et Marguerite.
Corbicula pusilla Phil., du lac Rodolphe.

Comme on le voit, les lacs Rodolphe, Stéphanie et Marguerite semblent rentrer, au point de vue faunique, dans la règle générale des eaux douces de l'Afrique tropicale.

Ceci ne veut assurément pas dire que des explorations systématiques ultérieures ne puissent y faire connaître des formes analogues à celles de la faune halolimnique du Tanganyika. La chose n'aurait en elle-même rien de surprenant, depuis surtout que M. Ch. Gravier a fait connaître la Méduse du lac Victoria, laquelle paraît semblable à la *Limnocnida Tanganyicae*.

Rien cependant, parmi les matériaux que nous avons entre les mains, ne nous autorise actuellement à penser que l'hypothèse émise pour le Tanganyika, et peut-être maintenant applicable au Victoria, puisse être étendue aux lacs Rodolphe, Stéphanie et Marguerite.

ZOOLOGIE. — *Le développement de l'œuf de l'*Ascaris vitulorum *Gœze en milieu artificiel.* Note de MM. **L. Jammes** et **A. Martin**, présentée par M. Alfred Giard.

Ces expériences, pratiquées sur l'*Ascaris vitulorum*, font partie d'un travail plus étendu, ayant pour principal objet le déterminisme du développement des Helminthes. Nous avons cherché à dégager le rôle des différents

facteurs qui interviennent dans l'évolution de ce parasite; afin de nous placer dans les conditions les plus favorables, nous n'avons utilisé que les œufs pris directement dans les voies sexuelles du Ver, avant toute segmentation.

Température. — *a.* Placés dans l'eau distillée, à la température extérieure (8°-10°), les œufs restent longtemps inertes; au bout d'un mois, ils sont encore intacts. Dans l'étuve à 33°, des *morules* sont constituées dès le douzième jour, et des embryons mobiles vers le dix-huitième.

b. Ingérés par des Poissons, des Tritons, des Grenouilles, les œufs n'évoluent pas. Contrairement, des œufs absorbés par l'un de nous ont donné, au bout de 25 jours, des vers de 8^{mm}, très actifs.

c. Injectés dans la cavité générale du Ver de terre, la cavité péritonéale du Triton, les sacs lymphatiques de la Grenouille, les œufs ne se segmentent pas, même après de longues périodes. Dans le tissu conjonctif sous-cutané et les muscles du Cobaye, ils peuvent atteindre, dans les quinze premiers jours, le stade *morula*.

Ces résultats que nous considérerons, ici, seulement au point de vue du rôle de la température, ne font que confirmer l'importance de cet agent dans le développement des Helminthes des Vertébrés à sang chaud.

Milieux chimiques. — Pour étudier l'influence des propriétés chimiques des milieux sur l'œuf, nous avons préparé deux solutions très simples destinées à rappeler les réactions *acide* et *alcaline* de l'estomac et de l'intestin : l'une formée d'eau distillée contenant 2 pour 1000 d'acide chlorhydrique, l'autre composée d'eau distillée additionnée de 2 à 5 pour 1000 de bicarbonate de soude. Ces liquides, ensemencés d'œufs, ont été divisés en deux lots : l'un laissé à la température du laboratoire (15°), l'autre placé à l'étuve à 33°.

a. A 15°, comme dans les observations précédentes, l'évolution dans les deux solutions a été très lente. Au dixième jour, on observait à peine quelques divisions.

b. A 33°, des différences importantes ont apparu : 1° dans l'acide chlorhydrique à 2 pour 1000 *presque tous les œufs ont commencé à se diviser dans les 24 heures;* le troisième jour, tous les embryons ont atteint la phase *morula*; le cinquième jour ils se sont incurvés; le sixième, ils se mouvaient dans la coque.

2° Dans le bicarbonate de soude, au début, de nombreux œufs ont subi une dégénérescence vacuolaire, accompagnée presque toujours de l'amincissement, puis de l'éclatement de la coque. Quelques stades 2 et 4 ont apparu vers le quatrième jour; de rares morules, éparses parmi les nombreux œufs détruits, se sont montrées vers le dixième jour, mais ont bientôt dégénéré.

Dans aucun de ces cas il n'y a eu éclosion.

Ces diverses expériences montrent qu'il suffit d'un milieu peu complexe,

faiblement acidulé, porté à une température convenable, pour déterminer, en peu de jours, le développement entier de l'œuf de l'*Ascaris vitulorum*. L'un de nous avait déjà obtenu des développements d'*Ascaris* en milieux acides (¹); Bataillon, plus récemment, a signalé des résultats analogues dans des solutions très concentrées (²).

L'état alcalin a paru nuire constamment au développement. Non seulement il agit directement sur l'œuf, mais encore il occasionne, même avant toute segmentation, des déchirures de la coque. Ces faits nous ont conduits à rechercher si le passage en milieu alcalin d'œufs préalablement évolués en milieu acide ne peut avoir une influence favorable sur les éclosions.

a. Des œufs embryonnés en milieu acide ont été maintenus, comme témoins, dans des solutions d'acide chlorhydrique à 2 pour 1000 et à 5 pour 1000, à 33° et 38°. D'autres ont été placés dans l'eau distillée à 38°. Le séjour prolongé dans ces liquides n'a donné lieu a aucune éclosion.

b. D'autres œufs, également embryonnés, ont été plongés dans des solutions de bicarbonate de soude à 2 et à 5 pour 1000. Quelques ouvertures de coques, avec évasion de l'embryon vivant et mobile, ont eu lieu dans la solution à 2 pour 1000; elles se sont multipliées dans la solution à 5 pour 1000. La survie des embryons a été de courte durée en raison des conditions qu'ils rencontraient à la sortie de la coque.

Donc, aux températures de 33°-38°, les œufs de l'*Ascaris vitulorum* placés d'abord dans un milieu acide, puis dans un milieu alcalin, peuvent évoluer rapidement et éclore. Il importe de noter l'intéressant parallélisme qui existe entre ces phénomènes et les conditions qui se rencontrent dans le tube digestif des hôtes : chez ces derniers, on trouve, en effet, outre la température, cette succession du milieu stomacal, acide, et du milieu intestinal, alcalin.

Afin de préciser l'exactitude de ce rapprochement, nous avons répété les précédentes expériences avec des extraits organiques.

Dans la dyspeptine (acide) du commerce, les embryons se développent rapidement, mais sans éclore. Dans la pancréatokinase (alcaline), au contraire, ils naissent en grand nombre. Enfin, dans le contenu duodénal du veau, recueilli à l'abattage entre deux ligatures et placé, comme les substances précédentes, à 38°, les œufs préalablement évolués en milieu acide éclosent également.

(¹) L. Jammes, *Recherches sur l'organisation et le développement des Nématodes*, Paris, Reinwald, 1894.

(²) E. Bataillon, *La résistance des œufs d'*Ascaris* et la pression osmotique* (*C. R. Soc. Biol.*, 1900).

D'après nos observations, le mécanisme de l'éclosion ne consiste pas en une dissolution intégrale de la coque. Au moment de la naissance, il se produit dans cette dernière une déchirure en un point assez rapproché de l'un des pôles de l'œuf. La rupture doit être attribuée à un phénomène essentiellement physique. L'enveloppe ovulaire se comporte, en effet, comme une membrane interposée entre le contenu de l'œuf de composition à peu près constante et les liquides ambiants. Des phénomènes d'osmose se produisent à travers cette membrane. De la composition du milieu extérieur dépendent la nature et l'intensité des échanges; par suite, la destinée du contenu ovulaire.

ZOOLOGIE. — *Sur l'appareil séminal des* Helix. Note de M. A. Popovici-Baznosanu, présenté par M. Alfred Giard.

L'appareil génital des Stylommatophores a été suffisamment étudié par plusieurs naturalistes, pourtant il reste encore à faire de nombreuses recherches concernant les détails de sa morphologie et de sa physiologie. Ayant eu l'occasion d'observer l'appareil séminal de plusieurs espèces d'*Helix*, je donnerai ici le résultat de ces recherches. L'appareil séminal des différentes espèces d'*Helix* peut être considéré comme formé de trois organes distincts : *le canal séminal, la vésicule copulatrice* et *le diverticulum*. De ces trois parties les deux premières seulement existent constamment, tandis que le diverticulum peut manquer. En général, on peut établir trois types d'appareil séminal chez le genre *Helix* :

Premier type. — L'appareil séminal possède un diverticulum bien développé. Quelquefois ce diverticulum est plus court que le canal séminal. Exemple : *Helix vindobonensis* (chez un exemplaire j'ai trouvé le canal ayant $4^{cm},5$ et le diverticulum $3^{cm},5$). D'autres fois le diverticulum est beaucoup plus long que le canal séminal, de sorte que le canal lui-même paraît être un appendice du premier. Exemple : chez un exemplaire d'*Helix vermiculata* le canal avait 5^{cm} de longueur, tandis que le diverticulum en avait $25^{cm},5$. Chez l'*Helix aspersa* j'ai trouvé des longueurs du diverticulum de $10^{cm},4$ et 6^{cm} correspondant à des longueurs du canal de 6^{cm} et 4^{cm}. Outre ces deux espèces citées comme exemple, il en existe encore beaucoup d'autres chez lesquelles le diverticulum non seulement est plus long que le canal séminal, mais encore il est plus gros que celui-ci.

Au point de vue morphologique, dans ce premier type d'appareil séminal, le canal comme le diverticulum doivent être considérés comme des organes essentiels ayant pour rôle de recevoir les spermatophores. Au point de vue histologique on trouve la même structure dans les deux organes, c'est-à-dire à l'extérieur une couche

conjonctive, puis une couche musculaire et enfin vers l'intérieur tapissant le lumen une couche épithéliale sécrétante. Il faut remarquer que cet épithélium est fortement plissé.

Deuxième type. — Il est représenté par les espèces d'*Helix* qui ne possèdent jamais dans leur appareil séminal de diverticulum. Dans ce cas, le canal et la vésicule suffisent pour recevoir les spermatozoïdes nécessaires à la fécondation. Exemple : *H. lutescens, H. candicans,* etc. Au point de vue histologique, nous trouvons la même structure que celle décrite pour le premier type.

Troisième type. — L'appareil séminal possède un diverticulum réduit. Quelquefois ce diverticulum réduit existe chez tous les exemplaires de la même espèce. Exemple : *H. nemoralis, H. lucorum.* D'autres fois, le diverticulum existe seulement chez quelques exemplaires de la même espèces. Exemple : *H. pomatia.*

J'ai eu l'occasion d'étudier des centaines d'exemplaires d'*Helix pomatia* de différents endroits. Dans les cas où le diverticulum réduit existe, il est caché par les plis de l'utérus, de sorte qu'il faut exécuter une fine dissection pour le mettre en évidence; sa longueur se réduit à quelques millimètres. Chez les exemplaires d'*Helix pomatia* du marché de Paris, j'ai trouvé le diverticulum dans la proportion de 25 pour 100. Les exemplaires du nord de la Roumanie le possédaient à raison de 50 pour 100; enfin, presque tous les exemplaires de Banat (Hongrie) en étaient pourvus.

Au point de vue histologique, j'ai trouvé les trois couches caractéristiques, mais tandis que l'épithélium du canal présente des plis, l'épithélium du diverticulum est circulaire, donc il possède une moindre surface de sécrétion.

Quelle est la signification du diverticulum dans ce troisième type d'appareil séminal?

Quelques auteurs [von Jhering ([1])] considèrent le diverticulum d'*Helix pomatia* comme un organe en voie de développement :

« Schmidt's Angabe, das dasselbe vorzugsweise bei besonders grossen Exemplaren sich häufig finde, scheint fast anzudeuten, dass der Mangel auf sehr spät erfolgender Entwicklung des Divertikels beruhe. »

En contrôlant les faits j'arrive à une conclusion tout à fait opposée. Nous avons vu plus haut que, chez les gros exemplaires d'*Helix pomatia* du marché de Paris, 25 pour 100 possédaient le diverticulum. J'ai disséqué une grande quantité d'exemplaires tout à fait jeunes de la même espèce, prise au même endroit et j'ai trouvé à peu près chez tous un diverticulum, de longueurs différentes. Chez un de ces exemplaires le diverticulum avait $1^{cm},1$ de longueur et le canal séminal $2^{cm},9$.

En ajoutant ces constatations à d'autres faits, comme la réduction de la surface épithéliale du diverticulum, l'absence complète d'un diverticulum

([1]) H. von Jhering, *Morphologie u. Systematik des Genitalapparates von Helix* (*Z. wiss. Zool.*, Bd. LIV, 1892).

chez les grands exemplaires étudiés par beaucoup de naturalistes, nous arrivons à la conclusion que le diverticulum, dans ce troisième type d'appareil séminal, est un organe rudimentaire.

PHYSIOLOGIE. — *Action des Légumineuses sur l'acide urique.* Note de M. **Pierre Fauvel**, présentée par M. Edmond Perrier (¹).

L'augmentation des purines urinaires à la suite de l'ingestion de Légumineuses a déjà été constatée, mais l'importance de cette action a donné lieu à des discussions. J'ai étudié de nouveau cette question en examinant simultanément l'influence exercée : 1° sur l'excrétion des purines urinaires, 2° sur l'excrétion de l'acide urique, 3° sur la facilité plus ou moins grande de la précipitation de l'acide urique par les acides.

Le sujet, en parfaite santé, âgé de 30 ans, pesant 66^{kg}, habitué depuis 4 ans et demi au régime végétarien, a été mis d'abord, pendant un certain temps, à un régime tous les jours identique, strictement végétal et sans purines, en équilibre azoté avec 39^{g} d'albumine et 2000^{Cal} par 24 heures de façon à déterminer son minimum de purines et d'acide urique endogènes. Dans une Note précédente j'ai indiqué la composition du menu et les résultats de cette expérience.

Ensuite deux séries d'expériences ont été faites avec des haricots blancs contenant 22,75 pour 100 de matières azotées et 0,075 pour 100 de purines (exprimées en acide urique). Ces haricots, trempés pendant 16 à 18 heures, étaient cuits dans leur eau de trempage. Dans la première expérience, d'une durée de 2 jours, la quantité d'albumine fut maintenue la même (46^{g},37) que les jours précédents (47^{g},45) sans purines ; 100^{g} de haricots blancs, pesés secs, remplaçaient une quantité correspondante de pain et de céréales, les autres aliments restant exactement les mêmes. Dans la deuxième expérience, pendant 6 jours, la dose quotidienne de haricots ayant été portée à 200^{g}, la consommation d'albumine fut alors de 62^{g},46 au lieu des 39^{g},10 des jours précédents et suivants sans purines. En calories la ration varia seulement de 2066^{Cal} à 2136^{Cal}. La quantité de purines ingérées quotidiennement était de 0^{g},075 dans le premier cas et de 0^{g},150 dans le second.

Voici, pour chaque expérience, la moyenne quotidienne au régime des haricots, et la moyenne correspondant aux deux ou trois jours, au régime sans purines, précédents ou suivants.

(¹) Cette Note aurait dû précéder celle relative à la caféine et à la théobromine présentée à la séance du 18 juin (t. CXLII, p. 1427).

Moyennes.	Volume.	Acidité en SO^4H^2.	Urée.	Albumine ingérée.	Purines ingérées.	Xantho-uriques.	Acide urique.	Acide urique par H Cl.	Na Cl.	P^2O^5.
2 jours sans purines......	930	1,16	11,65	47,45	0,000	0,467	0,342	0,000	7,70	1,55
2 jours. Haricots, 100g....	675	1,14	12,75	46,37	0,075	0,502	0,426	0,225	5,65	1,29
Différence...............	−155	−0,02	+ 1,10	»	+0,075	+0,035	+0,084	+0,225	−2,05	−0,26
5 jours sans purines......	909	0,84	11,66	39,10	0,000	0,425	0,319	traces	8,30	1,10
6 jours. Haricots, 200g....	700	0,65	12,15	62,46	0,150	0,524	0,462	0,269	6,83	1,24
Différence...............	−209	−0,19	+ 0,49	»	+0,150	+0,099	+0,143	+0,269	−1,47	−0,12

On voit qu'avec 100g de haricots 46,6 pour 100 des purines passe dans l'urine, l'excrétion des xantho-uriques augmente de 7,5 pour 100, celle de l'acide urique de 24 pour 100; en outre, 53 pour 100 de cet acide urique précipite facilement par l'acide chlorhydrique (1).

Avec 200g de haricots, 66 pour 100 des purines passe dans l'urine, les xantho-uriques augmentent de 23,2 pour 100, l'acide urique de 45 pour 100 et 58,2 pour 100 de cet acide précipite par HCl.

Il paraît y avoir eu, pendant les trois premiers jours, une rétention quotidienne dans l'organisme de 0,037 de purines et de 0,033 d'acide urique, mais ceci demanderait à être discuté plus longuement. Malgré l'augmentation relativement considérable de l'albumine ingérée, on voit que l'urée a augmenté seulement de 0g,49, tandis que l'augmentation correspondante aurait dû être de 7g. Sur les 45g d'albumine, des 200g de haricots, environ 20g, soit 44 pour 100, n'ont pas été assimilés. Ceci confirme d'ailleurs des observations antérieures d'autres auteurs. Cependant, à la ration de 100g par jour, l'albumine des haricots a été aussi bien utilisée que celles des autres aliments.

Une course de 65km seulement, à bicyclette, a entraîné le lendemain une légère courbature, *tandis qu'avec le régime végétarien sans purines des courses, même de* 200km, *n'ont jamais produit la moindre raideur musculaire*. L'effet de l'acide urique des haricots a fait sentir aussi son influence sur le caractère, qui est redevenu sombre et irritable pendant cette période, comme jadis au régime carné.

En résumé, 46 à 66 pour 100 des purines des haricots passent dans l'urine. *Si de ce chef l'augmentation des purines urinaires n'est pas énorme, il n'en est pas de même pour l'acide urique qui, proportionnellement, augmente bien davantage* (88 pour 100 du total des purines au lieu de 73 à 75 pour 100). Il semble que non seulement les purines des Légumineuses

---

(1) L'acidité est dosée à la phénolphtaléine, les xantho-uriques par la méthode d'Haycroft-Denigès, l'acide urique par celle de Folin et Schaffer.

sont excrétées sous forme d'acide urique, mais encore qu'elles déterminent la transformation en acide urique d'une partie des purines endogènes, ordinairement excrétées sous une autre forme. *Enfin, de cet acide urique, plus de la moitié* (53 à 58 pour 100) *précipite facilement par les acides, tandis qu'avec le régime sans purines cette précipitation est nulle ou réduite à de simples traces.* Les purines des Légumineuses se comportent à cet égard comme celles de la viande et paraissent avoir les mêmes inconvénients pour les uricémiques.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *De l'utilisation des hydrates de carbone chez les diabétiques arthritiques.* Note de M. **René Laufer**, présentée par M. Dastre.

Plusieurs observations ayant, depuis longtemps, attiré notre attention sur ce fait que jamais l'utilisation des hydrates de carbone n'est complètement abolie chez les diabétiques, quelle que soit l'intensité des cas, nous avons poursuivi une série de recherches systématiques chez 12 malades pour déterminer dans quelles conditions et jusqu'à quel degré cette utilisation peut se manifester. Nous ne mentionnerons ici que deux expériences-types. Il s'agit de deux cas de diabète arthritique, le premier accompagné d'obésité, le second d'amaigrissement.

Premier cas. — A. P., rentier âgé de 49 ans, fils d'un père obèse. Gros mangeur, n'a cependant jamais abusé particulièrement des sucreries et des féculents. Poids 83^{kg}, taille $1^{m},70$. Rien d'anormal du côté des viscères.

	Ingesta.						*Excreta.*						
	Régime total.			Par kilog. du malade.									
Traitement.	Alb.	Graisses.	Hydr. carb.	Alb.	Graisses.	Hydr. carb.	Volume des urines en 24^h.	Densité.	Sucre en 24^h.	Azote total.	Coefficient azoturique pour 100.	Poids du malade.	Observations.
Avant le traitement........	$207^g,5$ = 32,35 Az	170^g	180^g	$2^g,50$	2^g	$2^g,3$	2700^g	1032	112^g	$32^g,34$	87	83^{kg}	Le malade utilisait $180 - 112 = 68^g$ d'HC.
Régime mixte : Total 3180^{cal}. (38^{cal} par kilog. du malade). Moy. de 3 jours.													
Régime strict							Les 6 premiers jours :						
Viande 600^g, Poisson 150^g, Fromage 60^g,							2000	1026	43	26,9	86	82,750	L'utilisation azotée est moins parfaite; le malade

	Ingesta. Régime total.			*Ingesta.* Par kilog. du malade.			*Excreta.*						
Traitement.	Alb.	Graisses.	Hydr. carb.	Alb.	Graisses.	Hydr. carb.	Volume des urines en 24h.	Densité.	Sucre en 24h.	Azote total.	Coefficient azoturique pour 100.	Poids du malade.	Observations.
													se sent moins dispos.
							Les 5 derniers jours.						
Beurre et graisses 140g, Crème de lait 100g.......... Total 2195cal.... (28cal par kilog.) Moy de 11 jours.	166g 25,8 Az	186g	7g,34 (HC de la viande et crème de lait surtout)	2g	2g,25	0g,08	1700g	1023	0g	25g,89	85	82kg,800	
Régime mixte : +100g de pain de froment...... Total 2436cal.... (29cal par kilog.) Moy. de 14 jours.	173 26,9 Az	186,4	**59,90**	2	2,25	0,71	1650	1023	**0**	26,9	88	82,900	Coefficient azoturique plus élevé, le malade se trouve mieux.
							Les 9 premiers jours.						
Régime mixte : +50g de sucre de canne......... Total 2620cal.... (32cal par kilog.) Moy. de 12 jours.	173 26,9 Az	186	106,34	2	2,25	1,26	1450	1024	**0**	?	?	83	Les 106g d'HC sont utilisés.
							Les 3 derniers jours.						
							1550	1025	**12**	26,8	88	83	
Régime mixte : —Alb. (viande surtout)...... Total 2573cal.... (31cal par kilog.) Moy. de 12 jours.	128,65 20,06 Az	186	105,5	1,55	2,25	1,27	1400	1022	**0**	20,07	88	82,800	L'utilisation des HC s'accroît.
							Les 2 premiers jours.						
Régime mixte : +Alb. (viande). Total 3071cal.... (37cal par kilog.) Moy. de 4 jours.	249 38,8 Az	186	107,6	3	2,25	1,29	1550	1025	**5**	?	?	83	L'utilisation des HC et azotée diminue.
							Les 2 derniers jours.						
							1600	1027	**28**	38,8	84	82,750	
Régime mixte : +Albuminoïdes. Total 3403cal.... (41cal par kilog.) Moy. de 3 jours.	332 51,79 Az	186	**109,39**	4	2,25	1,18	2100	1033	**69**	51,7	83	82,800	Utilisat. moindre des HC.
Régime mixte : —Albuminoïdes, +Sucre de canne Total 2573cal.... (31cal par kilog.) Moy de 6 jours.	107,9 16,83 Az	186	**124,5**	1,30	2,25	1,50	2100	1020	**18**	16,82	87	83	Le malade utilise 124,5–18=106g,5 d'HC.
Régime mixte : +Sucre........ Total 2739cal.... (33cal par kilog.) Moy. de 12 jours.	107,9 16,83 Az	186	**166**	1,30	2,25	2	1900	1028	**71**	16,7	87	83,100	Le malade utilise 166 — 71 = 95g d'HC.

La courbe glycosurique est plutôt parallèle à l'azote qu'aux hydrates de carbone ingérés. Cependant, au-dessus d'une certaine limite, le sucre alimentaire augmente la glycosurie, même si l'on a abaissé les autres éléments de la ration, c'est ce qui arrive avec le dernier régime mentionné. Les hydrates de carbone introduits dans la ration alimentaire des diabétiques améliorent l'utilisation de l'azote.

Second cas. — J. V., tailleur, âgé de 52 ans. Mère goutteuse. Depuis trois mois, amaigrissement de 6^{kg}, malgré le régime strict. Gros mangeur, n'avait pas eu de prédilection particulière pour les hydrates de carbone. Rien du côté des viscères. Poids 61^{kg},500; taille 1^{m},66.

	Ingesta.						*Excreta.*						
	Régime total.			Par kilog. du malade.									
Traitement.	Alb.	Graisses.	Hydr. carb.	Alb.	Graisses.	Hydr. carb.	Volume des urines en 24^{h}.	Densité.	Sucre en 24^{h}.	Azote total.	Coefficient azoturique pour 100.	Poids du malade.	Observations.
Régime légèrement sucré : Pain de gluten (50 p. 100 d'alb. et 14,7 p. 100 d'hydr. carb.) 50^{g}; viande 400^{g}; 2 œufs, beurre et graisses 100^{g}. Total 1405^{cal}. (23^{cal} par kilog.) Moy. de 9 jours.	121^{g} 18,87 Az	101^{g}	**10^{g},7**	1^{g},9	1^{g},62	0^{g},16	Les 3 premiers jours. 1900^{g}	1026	**41^{g}**	18^{g},88	86	61^{kg},100	Le malade continue à maigrir. Malgré le régime sévère, le sucre excrété dépasse le sucre ingéré.
							Les 6 derniers jours. 2450	1028	**62**	18,89	86	60,800	
Régime mixte : Avec 100^{g} de pain de froment.... Total 1619^{cal}.... (27^{cal} par kilog.) Moy. de 12 jours.	127 19,81 Az	99	**55,7**	2,08	1,62	0,9	Les 6 premiers jours. 2400	1028	**71**	18,9	87	60,750	Les HC ajoutés déterminent une épargne d'azote et le poids du malade augmente. Ils sont presque entièrement utilisés.
							Les 6 derniers jours. 2400	1028	**64**	19,2	87	60,900	
Régime mixte : +Albuminoïdes. Total 1677^{cal}.... (28^{cal} par kilog.) Moy. de 11 jours.	137 21,41 Az	101	**55,8**	2,25	1,65	0,9	1600	1026	**44**	20,5	87	61,450	
Régime mixte : Hydr. carb. (pain de gluten).... Total 1464^{cal}.... (24^{cal} par kilog.) Moy. de 5 jours.	137 21,41 Az	101	**10,8**	2,25	1,65	0,16	2000	1024	**28**	21,4	87	61,300	

Traitement.	*Ingesta.* Régime total. Alb.	Graisses.	Hydr. carb.	Par kilog. du malade. Alb.	Graisses.	Hydr. carb.	*Excreta.* Volume des urines en 24h.	Densité.	Sucre en 24h.	Azote total.	Coefficient azoturique pour 100.	Poids du malade.	Observations.
							Les 3 premiers jours.						
Régime mixte : +Albuminoides. Total 1913cal.... (31cal par kilog.) Moy. de 6 jours.	246g 38,25 Az	101g	11g,5	4g	1g,65	0g,16	2100g	1030	54g	38g,26	85	61kg,225	Apparition d'acétone.
							Les 3 derniers jours.						
							1650	1031	48	38,28	84	61,050	
Régime mixte : -Alb. + Graisses. Total 2767cal.... (45cal par kilog.) Moy. de 8 jours.	137 21,41	246	10,9	2,25	4	0,16	2150	1030	61	22,53	86	60,675	L'excès de graisses n'a pu être toléré plus longtemps. *Plus d'acétone.*

Mêmes remarques que dans le cas précédent. Les malades n'ont que très difficilement accepté et toléré les régimes avec prépondérance de graisses ou d'albuminoïdes; ces éléments en excès ont augmenté en outre la glycosurie et les pertes d'azote. Le régime qui se montre le plus favorable est le régime mixte, complet, avec une quantité d'hydrates de carbone à déterminer dans chaque cas, et sans suralimentation ni alimentation exclusive.

TÉRATOLOGIE. — *L'auto-adaptation des embryons monstrueux et la « tendance à l'anomalie ».* Note de M. **Étienne Rabaud**, présentée par M. Alfred Giard.

Suivant l'opinion courante, la monstruosité est considérée comme un état général indéterminé de l'organisme, comme une « tendance » qui se manifeste par une disposition morphologique quelconque, variable suivant les individus. C'est cette « tendance » qui, persistant dans une même lignée familiale, expliquerait comment, au point de vue héréditaire, les anomalies différentes qui se succèdent d'une génération à l'autre dérivent les unes des autres (hérédité dissemblable).

On attribue généralement cette conception à Isidore Geoffroy Saint-Hilaire, et on lui fait dire qu'un monstre est monstre par son organisation tout entière.

Ni cet aphorisme, ni le commentaire qu'on en fait ne se trouvent dans le *Traité de Tératologie*. Considérer la monstruosité comme état général à manifestations multiples et indéterminées est une opinion sans fondement qui découle de la fausse inter-

prétation d'un membre de phrase par lequel Dareste [1] résumait la pensée d'Isidore Geoffroy Saint-Hilaire. Or, celui-ci n'a jamais parlé de « tendance », d'état général vague. Si l'on remonte aux sources [2] on trouve une pensée autrement simple et logique, sans relation avec la légende dont on fait actuellement état.

Isidore Geoffroy Saint-Hilaire exprime ce fait que, si une variation tératologique modifie gravement le fonctionnement d'un organe, la modification de ce fonctionnement se répercute nécessairement sur l'organisme tout entier. Et, pour qu'il n'y ait aucun doute sur la valeur de cette répercussion, l'auteur donne à titre d'exemple l'imperforation anale et les anomalies graves du cœur. Il s'agit donc d'une répercussion physiologique relative à un état tératologique donné et non pas à un autre; le sens de cette répercussion variant avec l'état tératologique dont elle dérive et restant toujours adéquat à cet état spécial et non à un état tératologique quelconque. De plus, dans la pensée d'Isidore Geoffroy Saint-Hilaire, les monstruosités graves seules entraient en ligne de compte et il excluait explicitement les anomalies légères que l'on considère précisément à l'heure actuelle comme révélant un état général monstrueux. Dareste admettait la manière de voir de son prédécesseur; mais il y apportait cette restriction que la répercussion physiologique loin de s'étendre toujours à l'organisme tout entier pouvait être limitée à une région de l'organisme. Il admettait, à titre de corollaire, que la répercussion était parfois d'ordre mécanique, résultant alors de la combinaison d' « hémitérien ».

Il y a loin, on le voit, des textes précis à l'interprétation actuelle, simple légende qu'il n'est pas inutile de détruire.

Tandis que la « tendance à l'anomalie » comprise comme une sorte d'entité scolastique n'a aucun sens et ne résiste pas à la critique, la répercussion physiologique ou mécanique ressortissant à un caractère anormal donné et variant avec ce caractère ne saurait être contestée. Seulement, dans l'état actuel de nos connaissances, on est amené à concevoir, en outre de ce mode de répercussion, de véritables corrélations organiques sous la dépendance exclusive d'une modification tautologique.

Phénomène local ou localisé, la variation retentit, dans des proportions d'ailleurs très diverses, sur l'organisme qui en est le siège. Son apparition, en effet, résulte de la rupture de l'équilibre normal et de l'établissement d'un équilibre nouveau. L'anomalie apparente traduit cet équilibre nouveau ; elle peut en être l'effet isolé, comme elle peut être accompagnée de modifications corrélatives. C'est ce que l'on exprime parfois en disant que l'organisme *s'adapte* à son anomalie.

---

(1) Camille Dareste, *Recherche sur la production artificielle des monstruosités*, 2e édition, 1891, p. 228.

(2) I. Geoffroy Saint-Hilaire, *Traité de Tératologie*, t. I, p. 47 et suivantes; t. III, p. 402-403.

Les modifications corrélatives, quand elles existent, sont groupées sur une région précise ou dispersées sur l'ensemble du corps. Et, dans ce sens, on a le droit de dire que l'organisation tout entière participe à la monstruosité.

Mais l'auto-adaptation a une forme et une direction très précises; il ne s'agit pas d'un état monstrueux vague, se manifestant d'une façon indéterminée par tel ou tel caractère extérieur; ce n'est point une « tendance ». Bien au contraire, l'auto-adaptation répond à une seule anomalie nettement déterminée; pour chaque individu et pour chaque anomalie, l'adaptation change, et il ne saurait y avoir transformation d'une forme dans l'autre. Par suite, contrairement à l'interprétation courante, ce ne sont pas les caractères extérieurs qui résultent d'une constitution interne, c'est la constitution interne qui dérive en quelque sorte du caractère extérieur, tout changement de ce dernier étant nécessairement suivi ou accompagné d'un changement dans le premier.

On ne peut donc appuyer une conception sur l'existence supposée d'un soi-disant état général indéterminé, marquant la suppression des qualités héréditaires et la marche d'une lignée familiale en dehors de sa race.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Nouveaux essais sur la maturation de l'œuf chez* Rana fusca. *La segmentation parthénogénésique provoquée par le gel et par l'eau distillée.* Note de M. E. **Bataillon**, présentée par M. Yves Delage.

Dans une série de Mémoires antérieurs j'ai soutenu l'hypothèse que l'œuf d'Amphibien, au cours de sa maturation, subit un abaissement de turgescence : c'est cette condition que modifieraient primitivement le spermatozoïde et les agents parthénogénésiques, d'une façon directe ou indirecte, stable ou instable.

I. Les œufs immatures fécondés fournissent toute la série d'anomalies classiques qu'on obtient avec les solutions plasmolysantes, et même quelque chose de plus : ces anides mobiles que j'ai décrits en 1901. Ceci n'a rien de surprenant; l'équilibre en question est beaucoup plus fixe que celui réalisé par soustraction sur les œufs normaux. En recherchant cette année les troubles originels, j'ai pu tirer, après l'apparition régulière des trois premiers sillons, des ébauches où le clivage fait constamment défaut au pôle vitellin. *Tous les œufs d'une même ponte sur lesquels les deux premiers plans de clivage ne se coupaient pas inférieurement au stade 8 gardaient, au cours du développement, cette calotte indivise.*

A ce repère intéressant j'ajoute un fait cytologique significatif. Il vise des œufs moins avancés et pris dans les oviductes : neuf fois sur dix, la fécondation ne donne aucun résultat visible. Il m'est arrivé pourtant d'obtenir, dans les délais ordinaires, non pas une, mais plusieurs incisions. Ces incisions donnant quelquefois l'illusion d'une division simultanée en 4, je fixai ces matériaux 4 heures après l'imprégnation.

Dans un cas, j'ai compté jusqu'à 21 asters très étendus; dans un autre, à côté de ces asters volumineux, on en voit une infinité d'autres raccordés par des fuseaux d'une grande délicatesse. L'idée de la polyspermie paraît éliminée du fait que la chromatine, toujours localisée au niveau des gros asters, ne présente que trois ou quatre groupes. Or, à ce stade, les cinèses de deuxième ordre sont très avancées dans les conditions normales. Comme, d'autre part, la segmentation parthénogénésique dans l'eau ordinaire n'aboutit jamais à des mouvements si précoces ni aussi complexes, *on peut logiquement, dans mon hypothèse, voir là des effets cumulés : action spermatique, tonus relativement élevé de l'œuf immature.*

Ces résultats parlent dans le même sens que ceux que j'ai publiés déjà. En voici d'autres.

Si la concentration exagérée à la déhiscence de l'ovaire s'abaisse au point de rendre l'œuf inerte au contact de l'eau, on peut imaginer un stade intermédiaire où l'œuf montrera une propension plus grande à la segmentation parthénogénésique, les étapes de la maturation étant dissociables, au moins dans une certaine mesure. J'ai signalé le fait pour les œufs de *Bufo vulgaris*, pris dans la cavité générale. La maturation étant plus tardive chez *R. fusca*, on pourra s'adresser aux *immatures utérins. Ils offrent quelquefois dans l'eau ordinaire de rares segmentations très superficielles et très fugaces, avec les mêmes mouvements de la chromatine, avec la même formation d'asters que dans la division parthénogénésique provoquée.* Or, sur les stocks dont la descente est achevée depuis un certain temps, cette segmentation spontanée ne s'observe plus, et ici on peut faire intervenir efficacement les facteurs expérimentaux.

II. La lenteur des échanges à travers la gangue m'avait amené à utiliser (après Delage) la chaleur, de préférence aux solutions salines ou sucrées. Mais, suivant mon interprétation, le tonus adéquat se réalise en pareil cas par une contraction lorsque le matériel revient brusquement de 35° à 15° ou 16°. *Le même changement peut être obtenu avec un sel très rapide au-dessous de — 2° par le chlorure de méthyle. Le retour à 16° réalise un saut de température de même ampleur en sens inverse. Les blastules sont au moins aussi belles qu'avec la chaleur, mais toujours incomplètement clivées au pôle vitellin.*

Contre l'hypothèse d'une déshydratation à la base des faits de parthénogenèse expérimentale, peut-on invoquer l'effet de certaines solutions hypotoniques par rapport à l'eau de mer, et qui, sur telle ou telle espèce, donnent des résultats positifs? J'ai exposé ailleurs qu'il faut tenir compte de l'activité élémentaire; elle peut remplacer ou compléter l'œuvre schématique en quelque sorte des milieux plasmolysants. *L'excitation peut être spécifique de par l'agent qui la provoque, sans que la réponse soit spécifique.* J'entre à mon tour dans le vif de cette question mal définie, avec le milieu hypotonique par excellence, *l'eau distillée, qui donne, dans des délais presque normaux, de belles divisions coupant une aire supérieure déprimée*, identique à celle qui prélude à la segmentation des œufs fécondés (*R. fusca*). Je glisse sur les phénomènes intimes, dont les grandes lignes sont les mêmes qu'ailleurs. Ce qui frappe immédiatement l'observateur, c'est que *les œufs, loin de se dilater, se ratatinent irrégulièrement jusqu'à l'apparition du clivage.* A partir de là, l'hydratation passive se manifeste par une vacuolisation de plus en plus intense. L'émiettement est toujours enrayé avant la vingtième heure et les cloisons s'effacent. *Voilà donc un milieu hypotonique par rapport à l'eau ordinaire, et qui, par un mécanisme inconnu, détermine encore sur l'œuf une élimination de fluides.*

L'hypothèse qui m'a permis de coordonner jusqu'ici les faits est certainement unilatérale et incomplète. Lorsqu'elle cédera la place à une autre plus compréhensive, j'ai le ferme espoir que la conception nouvelle respectera l'ordre de mes séries; le parallélisme entre la condition des œufs immatures et celle obtenue chez l'œuf mûr par les milieux hypertoniques; les rapports de turgescence entre l'œuf fécondé et l'œuf vierge, soumis aux divers traitements parthogénésiques.

ANTHROPOLOGIE. — *Unité fondamentale des races d'hommes à peau noire. Indice radio-pelvien.* Note de M. **Louis Lapicque**, présentée par M. Edmond Perrier.

Les races d'hommes à peau noire ou foncée sont :

1° Les Nègres d'Afrique; 2° les Ethiopiens de l'angle nord-est de l'Afrique, Abyssins, Danakils, Somalis, etc.; 3° les Dravidiens de l'Inde; 4° les Négritos des Philippines, des îles Andaman, de la Péninsule malaise; 5° les Noirs d'Océanie, Mélanésiens, Papous, Australiens, etc.

Les Nègres africains, quelles que soient les subdivisions qu'une étude détaillée doive y introduire, constituent un type humain bien caractérisé, clairement perçu dès l'anti-

quité; outre la couleur sombre de la peau, ils ont comme traits essentiels une chevelure crépue et un nez camard.

Parmi les autres populations noires que nous venons d'énumérer, les unes correspondent à ce type; d'autres s'en écartent et semblent n'avoir de commun avec le Nègre que la couleur, caractère qui pourrait être de faible signification spécifique. Toutes les classifications anthropologiques ont jusqu'à présent réparti ces populations dans des sections différentes de l'humanité.

Aux vrais Nègres se rattachent sans hésitation possible les Négritos et les Mélanésiens. Au contraire, les Dravidiens et les Ethiopiens sont souvent réunis aux Blancs, malgré leur teint foncé, parce qu'on considère qu'ils ont les traits du visage des Blancs et leur chevelure doucement ondée (*Euplocami*, Hæckel). D'autres fois, on les réunit aux Australiens pour former un groupe spécial, intermédiaire à certains points de vue aux Nègres et aux Blancs (Australoïdes, Huxley).

1° J'ai montré que les Dravidiens actuels sont une race mixte (1); on doit admettre pour eux un ancêtre vraiment nègre, crépu et camard aussi bien que noir, qui s'est mélangé avec un ou plusieurs éléments vraiment caucasiques; suivant les conditions du métissage, on observe des individus très près du Blanc, ou très près du Nègre, ou à n'importe quel degré de l'échelle intermédiaire.

En Abyssinie et sur les bords de la mer Rouge, j'ai observé une gradation tout à fait analogue; ici, il est facile de retrouver les deux éléments extrêmes du mélange dans les Sémites qui sont à l'Est et les Nègres qui sont à l'Ouest.

Ces prétendues races noires non nègres sont donc, en réalité, des races mixtes dont un des éléments est purement et simplement nègre.

Je pense qu'il en est de même pour les Australiens; je les connais seulement par des photographies et des pièces ostéologiques; mais ces documents montrent une grande analogie avec les faits précédents.

2° Toutes les populations noires sont localisées sur le pourtour de l'Océan Indien; ailleurs dans le monde (abstraction faite des Nègres d'Amérique dont nous connaissons fort bien l'origine africaine), il n'y a point de Nègres, il n'y a point de Noirs.

Dans l'Inde, il est facile de reconnaître que l'élément nègre était, sinon l'autochtone, du moins le premier occupant. Dans la Malaisie, les Négritos se présentent comme des témoins d'une population plus ancienne que toutes celles qui les entourent. Entre les Nègres d'Afrique et les Nègres d'Océanie, les Nègres d'Asie jalonnent ainsi une communication inter-

(1) *Comptes rendus*, juin et juillet 1905.

rompue par des migrations blanches et jaunes, et l'on est amené à reconstituer, pour l'ensemble des Nègres, un habitat primitif unique et continu.

3° Il n'est pas étonnant que, dans une aire aussi étendue, une race ne reste pas d'un bout à l'autre identique à elle-même. Les différences observées sont d'ailleurs assez faibles. Les Papous et les Mélanésiens sont manifestement infiltrés d'éléments étrangers; la forme du nez et l'allure de la chevelure, souvent diverses dans un même village, paraissent ne s'écarter du type nègre général que sous l'influence du métissage. La divergence la plus profonde est la brachycéphalie relative des Négritos (leur petite taille a beaucoup moins de signification spécifique). Mais si l'indice céphalique est un caractère héréditaire stable, sa valeur comme base de classification est néanmoins assez conventionnelle. Il faut faire entrer autre chose que la tête en ligne de compte.

On sait que le Nègre (africain) a l'avant-bras relativement long (1) et les hanches relativement étroites.

Ces deux particularités se retrouvent, plus ou moins marquées, dans toutes les populations noires que j'ai pu étudier soit sur le vivant, soit sur des squelettes. En les rapprochant sous forme d'un rapport

(radius × 100 : largeur maxima du bassin)

on obtient un indice très expressif.

Voici les valeurs que j'ai obtenues pour cet *indice radio-pelvien* sur quelques types, valeurs provisoires, mais dont la signification est, dès maintenant, évidente. Chez les Nègres, il est au-dessus de 100; dans les autres races, il est au-dessous.

Vivant (ou cadavre entier). — Parisiens : 86; Sénégalais : 107; Jakouns (Protomalais) : 84.

Squelette. — Français : 87; Nègres africains divers : 112; Japonais : 86; Péruviens anciens : 85; Eskimos : 82; Polynésiens : 91 (2).

L'indice radio-pelvien a le défaut, au point de vue ethnologique, d'être affecté par la taille; on sait que dans un groupe homogène les individus petits ont relativement les membres plus courts et les diamètres du

(1) Flower a déjà montré que cette particularité se retrouve bien marquée chez les Andamanais (*Jour. of Anthr. Inst.*, t. IX, 1880 et t. XIV, 1885).

(2) Les Indonésiens, d'après de trop rares spécimens, donneraient peut-être un chiffre relativement élevé, vers 95. Les Nègres américains donnent des chiffres sensiblement plus bas que les Nègres africains purs.

tronc plus grands. Ainsi, parmi les 100 Parisiens de Papillault [1] dont j'ai emprunté les mesures, les 30 plus petits ont pour indice 83,5 au lieu de la moyenne 86.

Voici maintenant les valeurs de cet indice, que j'ai obtenues sur des races noires diverses ;

Vivant. — Quatre basses castes dravidiennes : 101-101-99-98; Éthiopiens : 96.

Squelette. — Négritos : 104; Australiens : 103; Kader (basse caste dravidienne) : 102; Mélanésiens : 99.

L'indice est très élevé chez les Négritos, si l'on tient compte de ce que les Sénégalais sont très grands et les Négritos très petits. Les autres races noires ont aussi un indice élevé, diminué seulement par le métissage que nous avons constaté d'autre part. Cet indice résume en un chiffre une conformation particulière du corps qui se retrouve chez tous les Nègres, confirmant ainsi l'idée d'une unité fondamentale de race.

HISTOLOGIE. — *Structure fibrillaire chez les Bactériacées.* Note de MM. J. **Kunstler** et **Ch. Gineste**, présentée par M. Alfred Giard.

On a souvent attribué à la substance vivante une constitution fibrillaire, et tous les jours amènent de nouvelles et intéressantes constatations de l'existence de fibrilles de divers genres. Nous-mêmes, depuis longtemps, avons signalé de multiples formations fibrillaires dans la substance constitutive des organismes inférieurs [2]. En dehors de ce que l'on a appelé la *théorie fibrillaire* du protoplasma, qui n'a que des rapports lointains et douteux avec les parties dont il est question ici, il existe dans le corps des êtres vivants des éléments filamenteux, affectant des allures variables et adaptés à des rôles divers, soit très nettement, soit d'une façon beaucoup plus vague.

Les Bactériacées n'ont pas échappé à la sorte de règle en vertu de laquelle des fibres protéiques se constituent à peu près partout; il y a long-

---

[1] *L'homme moyen à Paris* (*Bulletin de la Société d'Anthropologie*, 1901).

[2] *Bulletin scientifique de la France et de la Belgique*, 1889, *Pl. VII*, *fig.* 5. — *Simple remarque sur la constitution du* Balantidium entozoon (*Comptes rendus Soc. Biol.*, 1903). — *Contribution à la morphologie générale des Protozoaires supérieurs* (*Comptes rendus*, 29 janv. 1906).

temps déjà que nous avons fait connaître l'existence de strictions longitudinales de leurs téguments qui dérivent sans doute d'une constitution fibrillaire spéciale (1).

Il n'est pas question ici de cette constitution tégumentaire, mais de certaines apparences spéciales du plasma interne qui peuvent, peut-être, être ramenées à quelque chose d'analogue. Il s'agit de certains aspects d'éléments de la substance interne, rappelant certaines apparences fibrillaires qui pourraient bien être l'expression optique de l'existence de filaments ténus ou bien de coupes optiques de lames minces.

Les éléments vésiculaires du parenchyme des Bactériacées, souvent si nets et si beaux, ne sauraient être mis en doute (2). Mais, en dehors d'eux, l'on perçoit certaines figures caractéristiques qui nous ont suggéré l'idée d'une constitution fibrillaire possible.

Dans l'étude que nous avons faite d'un spirille (3), parasite de *Periplaneta americana* et que nous appellerons *Spirillum periplaneticum* nov. sp., nous avons figuré certains dessins plus ou moins réguliers qui se manifestent avec une grande fidélité au sein de la substance constitutive de ces organismes. Les figures ci-contre sont la reproduction aussi fidèle que possible d'un certain nombre de ces aspects. Elles ont un avantage et une infériorité. Au moment de l'exécution des croquis, nous avons placé les différentes figures observées dans un cadre unique et identique pour toutes. Cette disposition a l'avantage de les rendre bien comparables entre elles. Mais elle a aussi le grand désavantage de ne pas mettre en relief les différences d'âge, de dimensions et de plans qui sont cependant considérables dans la nature.

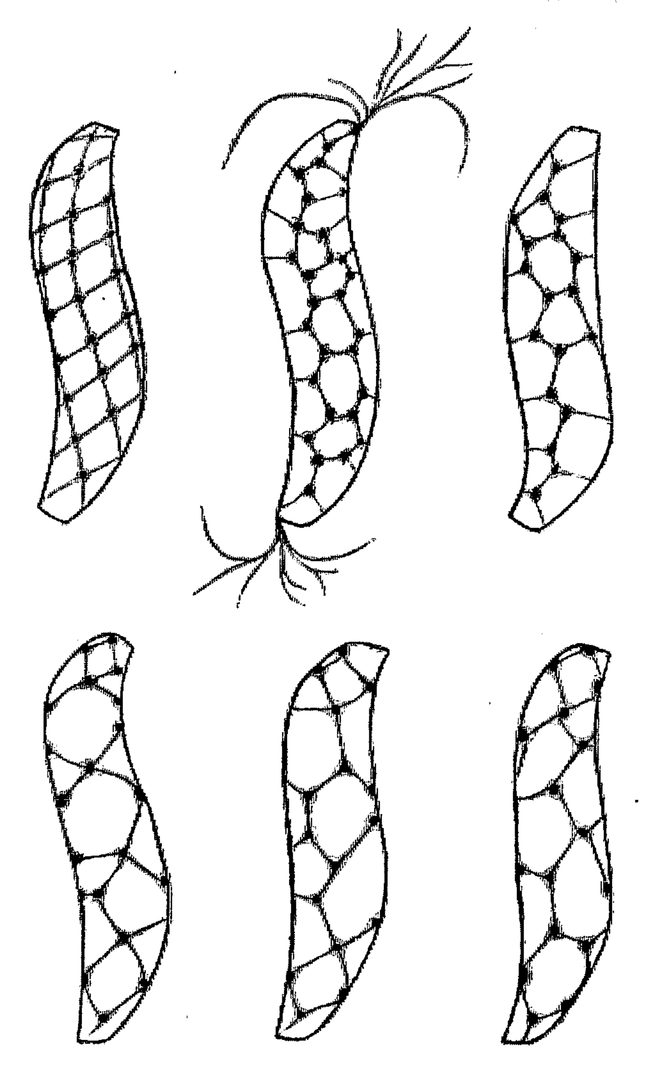
Ces figures représentent un certain nombre d'individus à construction plus ou moins dissemblable quoique édifiée sur un plan fondamental identique. Les aspects diffèrent avec l'âge des individus observés; ils diffèrent avec les plans optiques étudiés. Mais, s'il s'agit d'individus similaires, toutes ces différences s'estompent énormément. C'est ainsi que des individus jeunes montrent des aspects sensiblement comparables entre eux, de

(1) *Notice sur les téguments des microorganismes* (*Arch. anat. micr.*, 1903).

(2) J. Kunstler et Ch. Gineste, *Remarque sur la constitution des Bactériacés* (*Soc. Linnéenne*. Bordeaux, 27 avril 1904).

(3) J. Kunstler et Ch. Gineste, *Note sur un spirille* (*Congrès des Anatomistes*. Toulouse, avril 1904).

même, du reste, que les adultes; les plans similaires des individus d'un même stade évolutif se ressemblent beaucoup.



Les aspects ou apparences étudiés ici consistent en sortes de lignes plus ou moins courbes, disposées en manière de réseau variable avec les âges et les plans. Au point de confluence de ces lignes, sortes de points nodaux, on voit une espèce de renflement dont elles rayonnent. L'ensemble reproduit la disposition d'une sorte de réseau trabéculaire variable avec les individus, parcourant tout le parenchyme interne du corps et dans les mailles duquel se trouvent des éléments vésiculaires de dimensions, de constitution et de signification variables.

En résumé, un ensemble de lignes sombres disposées en sorte de réseau à points nodaux sombres et renflés parcourt la substance interne des Bactériacées, de façon à rappeler des sortes de filaments conjonctifs destinés à maintenir en place les éléments vésiculaires du corps. Il se pourrait que ces lignes ne fussent que la coupe optique de lames délimitant à l'intérieur du corps des divisions effectives. Quoi qu'il en soit, qu'il y ait là des fibrilles ou tout autre chose, un fait est avéré, c'est que ces aspects sont d'une grande constance.

THÉRAPEUTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Greffes thyroïdiennes* (*Myxœdème et Grossesse*). Note de MM. Charrin et Cristiani, présentée par M. Lannelongue.

Indemne de tout antécédent pathologique important, la personne, dont brièvement nous rapportons l'observation, a présenté à 14 ans des troubles morbides complexes caractérisés par des symptômes prédominants de myxœdème associés à quelques signes d'affection de Basedow. Vers la 17e année, sans doute pour atténuer ces quelques signes d'hyperfonctionnement, un chirurgien a cru devoir pratiquer l'ablation du tissu malade. Pour des motifs qu'il a été impossible d'éclaircir d'une façon précise, peut-être en raison de la généralisation à tout l'organe de lésions dont l'exacte nature ne nous a pas été révélée, réalisée en deux fois, cette ablation thyroïdienne a été totale.

Aussi, à partir de cette double intervention, les accidents myxœdémateux se sont accentués. Pour les combattre, on a dû recourir à l'ingestion de produits empruntés au corps thyroïde et bientôt la malade s'est trouvée condamnée à absorber chaque jour une dose correspondant à 1g et jusqu'à 1g,50 de glande fraîche. Même légère, une diminution dans les quantités quotidiennement utilisées provoquait une indiscutable aggravation de cet état de myxœdème.

Grâce à ce traitement et pendant plusieurs années, cette malade a pu remplir la plupart des obligations de sa vie habituelle; elle ne se plaignait ni de troubles psychiques marqués, ni de désordres physiques manifestes et parvenait même à se livrer à quelques sports. Toutefois, des efforts un peu considérables exigeaient impérieusement une augmentation de la dose de substance thyroïdienne.

Un tel assujettissement, d'autre part, en dépit de la thérapeutique mise en œuvre, une grande tendance à la fatigue et la persistance en certains points, surtout au niveau des membres inférieurs, des creux claviculaires,

des régions parotidiennes, etc., d'un léger œdème décidèrent l'intéressée et son entourage à solliciter quelques conseils.

C'est à ce moment que nous la vîmes ; elle demandait à être délivrée de l'obsession de son traitement et des désordres dont elle souffrait.

Dans le but d'obtenir chez elle une fonction thyroïdienne permanente, en deux fois et à 3 mois et demi d'intervalle, nous avons pratiqué, en divers points de son tissu cellulaire sous-cutané, de nombreux semis thyroïdiens. Nous nous sommes, d'ailleurs, scrupuleusement appliqués à suivre la méthode décrite par l'un de nous, méthode dont les principales données sont : exiguïté et multiplicité (dans notre cas 38) aussi grandes que possible des greffes, emprunt de ces greffes à des sujets de même espèce, choix de glandes en parfait état (de préférence utilisation des parties périphériques histologiquement saines des goîtres bénins) (1), rapidité de l'opération permettant de mettre immédiatement en contact avec des tissus vivants à l'instant préparés les minuscules fragments séparés, au moment même, du parenchyme thyroïdien, etc.

Après ces interventions, sauf peut-être un faible et transitoire thyroïdisme, aucun accident appréciable n'a été enregistré. Par contre, peu à peu les symptômes du myxœdème se sont amendés et la malade a pu réduire les proportions des principes thyroïdiens consommés de 1^g, de $1^g,50$ à $0^g,20$ ou $0^g,10$. Du reste, dès le troisième mois après la première opération, au lieu de 30, 32, parfois 34 gouttes d'une solution spéciale de ces principes, cette malade se contentait de 10, de 12, de 14 et avec ce nombre restreint, abaissé, à la suite de la deuxième série des greffes, à 2, à 4 ou 6, elle se trouvait aussi bien et souvent mieux qu'à l'époque ou elle usait des anciennes et fortes doses.

Cette amélioration considérable (2) (sans qu'il nous soit possible de pouvoir préjuger l'avenir) persiste depuis bientôt 2 ans. Dans ces derniers temps, nous avons même noté des particularités intéressantes, tant par leur nature que par leur nouveauté.

---

(1) Si l'on était obligé de prendre des greffes sur un organe normal, à la condition de laisser intacte la plus grande partie ($\frac{3}{4}$ et davantage) de la glande, dans l'état actuel de la Science on serait autorisé à cueillir quelques parcelles.

(2) On pourrait presque parler d'un début de guérison. Plus d'une fois, en effet, il a semblé à l'intéressée qu'elle pouvait se passer de ses gouttes; même, sous notre surveillance, des commencements (1 à 3 jours) de suppression ont eu lieu. Toutefois, par prudence et en raison de certaines circonstances, ces interruptions n'ont pas été poursuivies.

Six mois environ après les secondes transplantations, notre opérée a offert d'indiscutables signes de grossesse et a accouché à terme d'un enfant pesant 3140g, régulièrement constitué. De plus, en raison de leur exiguïté, ces semis sont habituellement malaisés à percevoir; pressés entre l'élasticité de la peau et la résistance des plans profonds, comme l'a indiqué l'un de nous, ils tendent à évoluer en largeur plutôt qu'en épaisseur. Or, vers la fin de cette grossesse, au dire de plusieurs personnes de l'entourage et surtout d'après la patiente très exercée dans ce genre d'investigations, assurément d'une façon légère mais à coup sûr, quelques-unes des greffes se sont développées. Puis, l'accouchement terminé, ces augmentations de volume, vraisemblablement des congestions, ont disparu. En somme, ces petits organes néo-thyroïdiens ont présenté les modifications qui fréquemment, durant la gestation, portent sur le corps thyroïde. Nul, en effet, n'ignore qu'à cette période et en général passagèrement, ce viscère s'hypertrophie quelque peu, s'hyperémie ou simplement fonctionne avec une minime exagération [1]. Dès lors, on conçoit pourquoi, en pareil cas, l'accroissement de ces fragments transplantés est de nature à établir la réalité de la persistance de leurs caractères spéciaux, de leurs attributs thyroïdiens.

Ces faits nous autorisent donc à admettre qu'au point de vue physiologique, durant au moins 2 ans, des greffes thyroïdiennes peuvent conserver leurs propriétés.

En second lieu, dans ces conditions et tout en diminuant (pour ainsi dire jusqu'à complète suppression) la thérapeutique thyroïdienne par ingestion ou injections, les symptômes du myxœdème s'amendent au point de disparaître.

En troisième lieu, sous cette influence, il est possible de mener à bien une grossesse et d'obtenir un rejeton normal. D'ailleurs, au voisinage du terme, le développement des greffes atteste leur nature thyroïdienne [2].

Enfin, rappelons, en terminant, que c'est au professeur Lannelongue qu'on doit d'avoir tenté la première greffe de la glande thyroïde du mouton

(1) D'après les recherches de l'un de nous, le ralentissement, d'ailleurs léger, qu'offrent assez souvent, au cours de la grossesse, les échanges nutritifs, est probablement, en partie, dû à ce que les tissus ne reçoivent plus dans sa plénitude l'influence excitatrice habituellement exercée par les ovaires que cette grossesse condamne à un repos partiel. Doué, comme, du reste, d'autres glandes internes, d'attributs également propres à activer la nutrition, le corps thyroïde fait effort pour suppléer ces ovaires.

(2) Il nous est agréable de dire que, pour pratiquer ces greffes, nous avons eu recours à l'habile assistance de notre collègue le chirurgien Kummer.

D'autre part, il est bon d'ajouter que, plus récemment, en employant cette même méthode, MM. Cristiani et Gautier ont sensiblement amélioré l'état d'un jeune crétin myxœdémateux.

chez l'homme. Il s'agissait d'un enfant myxœdémateux, dont le développement se trouva par la suite un peu plus actif.

Les progrès de la physiologie et de la technique permettent aujourd'hui d'obtenir de bons résultats.

MÉDECINE ET CHIRURGIE. — *Du radium en gynécologie.* Note de MM. **Oudin** et **Verchère**, présentée par M. Dastre.

Les auteurs qui ont étudié l'anatomie pathologique des radiodermites ont tous constaté que la première lésion due aux rayons X consistait en une oblitération des capillaires par prolifération de leur endothélium. Holtzknecht a fait en 1903 la même constatation pour les radiumdermites.

D'autre part on a publié de nombreuses observations de l'action régressive des rayons X sur les fibromes utérins.

C'est en partant de ces considérations que nous avons songé à porter du radium dans la cavité d'utérus fibromateux et hémorragiques, espérant avoir ainsi une action plus puissante qu'avec les rayons X dont la pénétration jusqu'à la muqueuse utérine n'est guère possible sans radiodermite superficielle.

Nous avons pour cela utilisé un tube de verre, qu'a bien voulu nous confier le regretté Curie, contenant 27^{mg} de sel à 75 pour 100 de bromure de radium pur, c'est-à-dire de radioactivité égale à 1500000. Ce tube était enclos dans une tige d'aluminium creuse. Dans ces conditions il faut admettre que rien ne passait des rayons α, à peu près 30 pour 100 des rayons β, et 90 pour 100 des rayons γ. 40 pour 100 environ de la radiation totale était utilisé. Nous pouvons donc dire que nous avons employé 27^{mg} de bromure de radium d'activité 37,500. Notre tube de verre avait 25^{mm} de longueur et 2^{mm} de diamètre. La tige d'aluminium portée dans l'utérus y était laissée de 10 à 15 minutes. En nous plaçant dans ces conditions nous étions sûrs de rester bien en deçà du temps nécessaire pour provoquer une radiumdermite, étant donné surtout que les muqueuses résistent beaucoup mieux que la peau aux rayons de Röntgen.

Les résultats ont de beaucoup dépassé nos espérances. Voici résumées les observations de deux malades que nous avons ainsi soignées, observations prises toutes deux dans le service de M. Oberlin, à Saint-Lazare.

Observation I. — L. B., 34 ans; 6 enfants. Depuis 18 mois menstrues de plus en plus abondantes et de plus en plus longues. Depuis 6 mois pertes continuelles. Femme

presque exsangue, muqueuses décolorées, extrémités froides, vertige au moindre mouvement, œdème des paupières et des extrémités. Utérus dur, antifléchi, dont le fond remonte à quatre travers de doigt au-dessus du pubis. Col très haut. Dans les deux culs-de-sac latéraux, masses dures, du volume d'une mandarine, non douloureuses, immobiles. La malade devait être opérée le 20 mai.

Première séance le 19 mai. Les pertes s'arrêtent complètement dans la journée. Il a été fait trois autres séances : le 28 mai, le 9 juin et le 19 juin. L'écoulement sanguin n'a reparu très léger que pendant 3 jours, du 16 au 19 juin, et la malade nous fait remarquer que le 15 était la date de ses règles quand elle pouvait encore la connaître. L'état général est excellent.

Mais ce qu'il y a peut-être de plus extraordinaire ce sont les modifications qui se sont produites du côté de la tumeur qu'on ne sent plus au-dessus du pubis. L'utérus est encore gros, mais mobile, et les tumeurs latérales sont à peine perceptibles.

Ces changements ont été tellement rapides que nous n'aurions osé publier l'observation, craignant quelque erreur de diagnostic, si notre seconde malade ne s'était comportée d'une façon identique à la première.

Observation II. — M[me] K., 46 ans. Depuis 5 ans douleurs abdominales et ménorrhagies de plus en plus longues et abondantes; dans leur intervalle écoulement séro-sanguinolent. Depuis 8 mois les métrorrhagies sont presque continuelles et ne cessent de loin en loin que pendant 3 ou 4 jours, pendant lesquels persiste l'écoulement séreux. Au toucher : col dur, immobile. A la palpation : tumeur volumineuse occupant toute la région hypogastrique et les fosses iliaques, remontant jusqu'à l'ombilic. Anémie extrême.

Le 25 mai première application du radium. Le jour même l'écoulement va en diminuant et disparaît complètement le troisième jour. Depuis lors il n'a reparu que pendant 4 jours, du 22 au 26 juin, époque habituelle des règles. Plus d'écoulement séreux. Nous avons fait encore trois autres séances les 11, 19 et 24 juin.

Les signes objectifs se sont aussi profondément modifiés que dans l'observation I. Aujourd'hui, la tumeur ne remonte plus qu'à trois travers de doigt au-dessus de l'ombilic; elle est mobile, s'est divisée en trois lobes. État général excellent.

Nous avons aussi cherché à utiliser l'action bactéricide du radium contre des infections gonococciques anciennes du col de l'utérus et de l'urèthre, lésion dont on connaît la résistance désespérante à tout traitement. Ici encore les résultats ont été des plus encourageants.

Nous avons choisi six malades atteintes de catarrhe ancien du col. Les six cas sont identiques. Voici le résumé d'une observation prise au hasard.

Observations III. — J. Lucienne, 17 ans. Entrée le 21 septembre 1905. Non améliorée malgré de nombreux traitements. Le 1[er] juin on trouve au toucher un utérus volumineux, un col gros, entr'ouvert, très sensible. A l'examen direct, double ectropion végétant, écoulement glaireux, purulent, très abondant. Nombreux gonocoques.

Deux applications de radium : le 1er juin 15 minutes, le 8 juin 10 minutes.

Le 20 juin, col petit, dur, de consistance et d'apparence parfaitement normales. Ectropion complètement réduit, remplacé par un tissu cicatriciel rose ardoisé. Il n'y a plus trace d'écoulement.

Dans 7 cas types de blennorrhagie uréthrale ancienne les résultats, sans être aussi brillants, sont pourtant des plus encourageants. Chaque malade a subi deux séances de 10 minutes à 8 jours d'intervalle. Une seule est guérie complètement, chez les autres l'écoulement purulent est remplacé par un suintement muqueux montrant encore de rares gonocoques.

M. **L. Crelier** adresse une Note *Sur la Géométrie synthétique des courbes supérieures.*

M. **C.-G. Bastien** adresse un Mémoire *Sur les Instruments à cordes et à archet.*

(Renvoi à la Section de Physique.)

A 4 heures l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures un quart.

M. B.

ERRATA.

(T. CLXII, séance du 25 juin 1906.)

Note de M. *Armand Gautier*, Action de la vapeur d'eau sur les sulfures au rouge, etc. :

Page 1470, ligne 3 de la note au bas de la page, *au lieu de* biologie, *lisez* géologie.

Note de M. *Berthelot*, Sur la formation des combinaisons endothermiques aux températures élevées :

Page 1453, ligne 8, *au lieu de* la combustion de l'oxygène, de l'hydrogène, etc., *lisez* la combustion par l'oxygène de l'hydrogène, etc.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 JUILLET 1906,

PRÉSIDENCE DE M. H. POINCARÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Berthelot**

J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un nouvel Ouvrage, inséré dans ses *Mémoires,* que je viens de publier. Cet Ouvrage (1 vol. in-4°, 378 pages) a pour titre : *Archéologie et Histoire des Sciences;* il est formé de deux parties.

La première Section renferme les analyses et descriptions de métaux et objets divers trouvés dans les fouilles exécutées en Egypte, en Chaldée, en Susiane, par MM. Maspero, de Morgan et autres savants, l'étude des mines égyptiennes de cuivre du Sinaï, ainsi que celle d'objets plus récents de l'époque gallo-romaine; en particulier celle des miroirs de verre doublés de métal, fabriqués à cette époque. Un Chapitre est consacré aux altérations séculaires des métaux, cuivre, bronze et argent, et des substances et organes d'origine organique, au double point de vue de leur composition chimique et des modifications de leurs dimensions et de leur volume.

La seconde Section est relative à l'Histoire des Sciences, classifications et symboles chimiques, recettes techniques, etc., médecins égyptiens, légendes des savants alexandrins, et spécialement l'Alchimie dans l'Inde et dans la Chine du moyen âge.

J'ai cru utile d'imprimer à la suite divers documents originaux tels que la reproduction du papyrus grec de Leyde et la publication originale du texte du *Livre des Soixante-dix* de Geber, traduit en latin au moyen âge, et qui complète les textes arabes authentiques de cet auteur, que j'avais précédemment publiés, avec la collaboration de M. Houdas.

PATHOLOGIE. — *Trypanosomiases du Haut-Niger; un nouveau trypanosome pathogène.* Note de M. **A. Laveran.**

Depuis deux ans j'étudie avec MM. Cazalbou et Pécaud, vétérinaires de l'armée, les trypanosomiases du Haut-Niger; ces trypanosomiases, qui font de grands ravages parmi les Bovidés, les Équidés et les Camélidés de cette région, sont de plusieurs espèces.

En 1904, Cazalbou a décrit trois trypanosomiases du Soudan français sous les noms de Mbori, de Soumaya ou Souma et de Baléri (1).

MM. Cazalbou et Pécaud m'ont envoyé un grand nombre de prépara tions de sang des animaux malades, mais ni la clinique ni l'étude morphologique des trypanosomes n'auraient suffi à résoudre les difficiles problèmes que soulevait l'identification des trypanosomes trouvés dans ces préparations.

M. Cazalbou m'a confié, au commencement de 1904, un chien infecté de Mbori, ce qui m'a permis de faire une étude complète de cette trypanosomiase.

J'ai constaté que, au point de vue morphologique et au point de vue de l'action pathogène sur différentes espèces animales, le trypanosome de la Mbori présentait la plus grande ressemblance avec le trypanosome du Surra, le virus de la Mbori étant seulement un peu moins actif que celui du Surra de Maurice.

Nous avons montré en outre, MM. Vallée, Panisset et moi, que des animaux ayant l'immunité pour le Surra jouissaient de la même immunité pour la Mbori et réciproquement (2). Une conclusion s'imposait : c'est que la Mbori n'était qu'une variété du Surra.

Au mois d'avril 1906, M. Cazalbou a ramené en France plusieurs ani-

---

(1) A. Laveran, *Rapports sur des Mémoires* de M. Cazalbou (*Acad. de Méd.*, 30 juin 1903 et 26 avril 1904). — L. Cazalbou, *Le Macina, foyer permanent de trypanosomiase* (*Soc. de Biologie*, 1er avril 1905). — Du même, *Les trypanosomiases au Soudan français* (*Rec. de Méd. vétér.*, 15 octobre 1904). — Pécaud, *La Soumaya* (*Soc. de Biologie*, 13 janvier 1906). — La trypanosomiase humaine est rare dans le Haut-Niger.

(2) Vallée et Panisset, *Sur les rapports du Surra et de la Mbori.* A. Laveran, *Remarques au sujet de cette Note* (*Comptes rendus*, 21 novembre 1904). — A. Laveran, *De l'identité du Surra et de la Mbori* (*Comptes rendus*, 26 décembre 1905).

maux (moutons, chiens) inoculés à Ségou sur des Équidés ou des Bovidés atteints de trypanosomiases et il a bien voulu me confier l'examen de ces animaux. J'ai reconnu l'existence de trois trypanosomiases distinctes :

1° Chez un chien inoculé à Ségou, sur un dromadaire du poste de Gao, j'ai trouvé un trypanosome qui me paraît devoir être identifié avec le trypanosome de la Mbori et du Surra, *Trypan. Evansi.*

2° Chez un mouton, j'ai trouvé un trypanosome qui a de grandes analogies avec le trypanosome des chevaux de Gambie, *Trypan. dimorphon.*

3° Chez un autre mouton, j'ai trouvé un trypanosome qui me paraît être celui de la Souma.

Mes recherches concernant les deux premiers de ces trypanosomes ne sont pas encore terminées. Je ne m'occuperai, dans cette Note, que du troisième trypanosome qui me paraît constituer une espèce nouvelle.

I. Un bélier est inoculé le 20 mars 1906 à Ségou avec le sang d'un cheval qui s'est infecté au mois de juillet 1905 dans la région du Bani. M. Cazalbou a constaté, à plusieurs reprises, l'existence de trypanosomes chez ce cheval. Un mouton inoculé à Ségou sur le cheval est mort le 29e jour après l'inoculation, un autre mouton inoculé sur le premier a succombé 13 jours après l'inoculation.

Le bélier ramené en France, au mois d'avril 1906, par M. Cazalbou, arrive le 3 mai à l'Institut Pasteur.

L'examen du sang du bélier fait le 4 mai est négatif. Le 9 mai on inocule deux cobayes et deux souris; les cobayes reçoivent chacun, dans le péritoine, 3^{cm^3} du sang du bélier; les souris reçoivent chacune $0^{cm^3},25$ du même sang. Ces animaux ne se sont pas infectés à la date du 8 juillet.

Le 17 *mai* l'examen du sang du bélier révèle l'existence de trypanosomes rares. J'inocule un chien qui reçoit, dans le péritoine, 5^{cm^3} du sang du bélier, et une chèvre qui a acquis l'immunité pour le Surra de Maurice et le Surra de Nha-Trang (voir *infra*). A la date du 8 juillet le chien ne s'est pas infecté.

19 *mai.* — Le bélier est très malade, couché sur le flanc.

20 *mai.* — Le bélier s'affaiblit de plus en plus. Amaigrissement, anémie. J'inocule deux rats qui, à la date du 8 juillet, ne se sont pas infectés.

Le bélier est trouvé mort le 21 mai. Il pèse 11^{kg}.

Autopsie. — Les poumons sont hépatisés à la partie antérieure ; il y a de petits foyers de suppuration. La pneumonie a dû contribuer beaucoup à amener la mort. Un peu de sérosité dans le péricarde, taches laiteuses sur le péricarde viscéral. La rate pèse 30^{g}. Pas d'œdèmes. Les ganglions cervicaux et inguinaux sont notablement augmentés de volume.

II. Une chèvre, qui a acquis une immunité solide pour le Surra de Maurice et pour le Surra de Nha-Trang [1], est inoculée le 17 mai 1906, sur le bélier venant de Ségou; on injecte sous la peau du cou 5^{cm^3} du sang du bélier.

---

[1] LAVERAN et MESNIL, *Comptes rendus,* 25 juin 1906, chèvre S de cette Note.

1er *et* 4 *juin.* — L'examen histologique du sang de la chèvre est négatif.

9 *juin.* — La chèvre est malade, elle mange peu et maigrit Le poids, qui était de 42^{kg},500 le 31 mai, est tombé le 9 juin à 38^{kg},500. La température se maintient entre 39°,2 et 39°,8 (température normale : 39°). Kérato-conjonctivite double avec pannus. L'examen du sang révèle l'existence de trypanosomes rares.

10 *juin.* — On inocule sur la chèvre : un chien (10^{cm^3} de sang dans le péritoine), deux cobayes (3^{cm^3} de sang à chaque cobaye dans le péritoine), deux rats (1^{cm^3} de sang à chaque rat). A la date du 8 juillet, aucun de ces animaux ne s'est infecté.

12 *et* 15 *juin.* — Trypanosomes rares dans le sang de la chèvre.

19 *juin.* — Poussée fébrile. Le 17, la température est montée à 41°,3; le 18, à 41°,1; le 19, elle monte à 40°,7. L'amaigrissement continue; poids : 36^{kg}.

Du 20 *au* 25 *juin,* la fièvre persiste, la température se maintient entre 40°,2 et 41°,1. La chèvre est très maigre et très faible, la tête tremble et les pattes de derrière fléchissent pendant la marche. Bien que l'état général se soit aggravé, les yeux sont dans un état beaucoup meilleur; les kératites ont disparu presque complètement. Trypanosomes non rares dans le sang.

27 *juin.* — Un peu de mieux, fièvre moins vive, la température se maintient entre 39°,6 et 40°,1.

Les examens du sang faits les 27 juin, 1er et 5 juillet sont négatifs. Le 2 juillet, la chèvre pèse 36^{kg},500.

III. Chèvre achetée sur le marché de Paris. Le 21 juin 1906, on injecte sous la peau du cou 5^{cm^3} du sang de la chèvre II.

Du 21 *au* 25 *juin,* la température de la chèvre est normale. A partir du 26 juin, la température s'élève; elle atteint 40°,4 le 29 et 40°,6 le 30.

Le 29 *juin,* on constate l'existence d'une kérato-conjonctivite double avec pannus. L'examen du sang ne révèle pas la présence de trypanosomes.

6 *juillet.* — La température se maintient entre 40° et 40°,6. La chèvre maigrit. Le 29 juin, elle pesait 30^{kg},500; le 6 juillet, elle pèse 29^{kg}. La kérato-conjonctivite double s'est aggravée. Les examens du sang faits les 1er, 3 et 5 juillet sont négatifs le 9 juillet, je note des trypanosomes rares.

Le trypanosome de la Souma me paraît appartenir à une espèce nouvelle, je le désignerai sous le nom de *Trypan. Cazalboui* n. sp.

Trypan. Cazalboui présente la structure typique des Flagellés du genre *Trypanosoma ;* sa longueur (flagelle compris) est de 21^{μ}, sa largeur de 1^{μ},5. Le noyau est ovalaire, situé vers la partie moyenne. Le centrosome, arrondi, bien visible, est situé très près de l'extrémité postérieure qui est arrondie, non effilée. Dans le protoplasme on distingue, sur les préparations colorées, de fines granulations. La membrane ondulante est très peu développée et peu plissée comme chez *Trypan. Lewisi ;* elle est bordée par le flagelle qui a une portion libre. La division, qui se fait par bipartition, commence d'ordinaire par le centrosome.

Au point de vue de l'action pathogène sur les différentes espèces ani-

males, *Trypan. Cazalboui* se distingue nettement des espèces voisines. On le rencontre à l'état d'infection naturelle chez les Équidés et les Bovidés; les petits ruminants (moutons, chèvres, antilopes) s'infectent facilement, tandis que les inoculations faites chez les rongeurs (souris, rats, cobayes) et chez le chien restent ordinairement sans effet.

Dans son travail de 1904, Cazalbou avait placé le rat, la souris et le chien parmi les animaux sensibles à la Souma; dans une lettre datée du 5 janvier 1906, cet observateur me signale que les chiens inoculés avec le virus de la Souma ne s'infectent pas. Pécaud note que le chien semble réfractaire [1].

L'expérience faite sur la chèvre II montre bien que le trypanosome de la Souma ne peut pas être considéré comme une variété du trypanosome de la Mbori. La chèvre qui avait une immunité solide pour le Surra de Maurice et, par conséquent, pour la Mbori, a eu une infection grave (qui sera probablement mortelle) à la suite de l'inoculation du virus de la Souma.

Chez la chèvre et chez le mouton, l'incubation est de 10 jours en moyenne. Les principaux symptômes sont: la fièvre, l'amaigrissement, la faiblesse générale. Chez les deux chèvres inoculées à Paris, j'ai observé des kérato-conjonctivites précoces. L'examen direct du sang révèle souvent l'existence des trypanosomes, contrairement à ce qui arrive pour d'autres trypanosomiases de ces animaux.

Chez le cheval, on observe des poussées fébriles et de l'œdème des extrémités inférieures, rarement de l'œdème de la paroi abdominale (Pécaud). La mort survient d'ordinaire vers le cinquantième jour.

Le Macina paraît être le principal foyer de la Souma qui a été observée également à Bamako et à Kati.

D'après Cazalbou et Pécaud, la maladie est propagée par des *Tabanus* qui abondent dans le Macina, principalement sur les rives du Niger, tandis que les *Glossina* sont rares.

---

(1) G. Memmo, F. Martoglio et C. Anani ont signalé l'existence chez les animaux domestiques en Erythrée d'une trypanosomiase, à laquelle les cobayes, les lapins, les chiens et les singes semblent réfractaires. Peut-être s'agit-il de la Souma (*Annali d'Igiene sperim.*, 1905, t. XV, p. 25).

THERMOCHIMIE. — *Sur les chlorures et sulfates de rubidium et de cœsium.* Note de M. DE FORCRAND.

I. CHLORURES. — Les chlorures anhydres des deux métaux, dissous dans 4^{l} d'eau, ont donné, à $+19°,1$: $-4^{Cal},315$ et $-4^{Cal},575$. En admettant la même correction que pour le chlorure de potassium ($0^{Cal},0354$ par degré), on trouverait, à $+15°$:

A.	RbCl....................................	$-4^{Cal},460$
	CsCl....................................	$-4^{Cal},750$

La chaleur de neutralisation de chaque base par l'acide chlorhydrique étant très certainement la même qu'avec la potasse, soit : $+13^{Cal},85$ à $+15°$, on en déduit :

B.	Rb sol. + Cl gaz = RbCl sol.	$+105^{Cal},94$
	Cs sol. + Cl gaz = CsCl sol................	$+109^{Cal},86$

et encore :

C.	Rb sol. + HCl sol. = RbCl sol. + H gaz	$+77^{Cal},63$
	Cs sol. + HCl sol. = CsCl sol. + H gaz......	$+81^{Cal},55$

Pour comparer avec les métaux alcalins et alcalino-terreux, on peut dresser les Tableaux correspondants qui suivent :

A. — *Chaleur de dissolution de* MCl :

	Cal		Cal
Na.........	— 1,26	Li...........	+ 8,40
K..........	— 4,39	$\frac{Ca}{2}$.........	+ 8,74
Rb.........	— 4,46	$\frac{Sr}{2}$.........	+ 5,57
Cs.........	— 4,75	$\frac{Ba}{2}$.........	+ 0,96

B. — *Chaleur de formation de* MCl *à partir des éléments :*

	Cal		Cal
Na.........	+ 97,00	Li...........	+97,18
K..........	+103,06	$\frac{Ca}{2}$.........	+95,19
Rb.........	+105,94	$\frac{Sr}{2}$.........	+97,36
Cs.........	+109,86	$\frac{Ba}{2}$.........	+98,57

C. — *Chaleur de substitution* (HCl sol. + M sol. = MCl sol. + H gaz) :

Na	+ 68,69 Cal	Li	+68,87 Cal
K	+ 74,75	$\frac{Ca}{2}$	+66,88
Rb	+ 77,63	$\frac{Sr}{2}$	+69,05
Cs	+ 81,55	$\frac{Ba}{2}$	+70,26
Moyenne	+ 75,65	Moyenne	+68,86

Ainsi les quatre métaux : Na, K, Rb, Cs forment une série où l'affinité pour le chlore augmente notablement et très régulièrement avec le poids atomique (de 97^{Cal} à $109^{Cal},86$); l'écart est de $12^{Cal},860$ entre Na et Cs.

Les alcalino-terreux forment une autre série où l'affinité pour le chlore est plus faible et reste sensiblement constante et le lithium en fait certainement partie. Il vient s'y placer entre le calcium et le strontium.

II. — Sulfates : *Sulfates de rubidium.* — Chaleur de dissolution, à $+15°$, pour les deux sels (neutre et acide) :

Rb^2SO^4	$-6^{Cal},66$
$RbHSO^4$	$-3^{Cal},73$

La neutralisation, à $+15°$, a donné (¹) :

$2RbOH + SO^4H^2$	+31,52 Cal
$RbOH + SO^4H^2$	+15,345
$RbOH + RbHSO^4$	+16,175

à partir des éléments, on aurait

$Rb^2 + S + O^4$	$+344^{Cal},68$
$Rb + H + S + O^4$	$+277^{Cal},37$

et, pour les deux substitutions successives :

Rb sol. + SO^4H^2 sol. = H gaz + $RbHSO^4$ sol.	+ 83,47 Cal	différence
Rb sol. + $RbHSO^4$ sol. = H gaz + Rb^2SO^4 sol.	+ 67,30	16,17
Total	+150,77	

(¹) En réalité, les expériences ont été faites de $+17°$ à $+20°$. On a calculé les nombres pour $+15°$ d'après les formules données par M. Berthelot pour le potassium : $-6,58 + 0,073(t-15)$ pour la dissolution et $+31,40 - 0,06(t-20)$ pour la neutralisation, en admettant la même correction pour le rubidium la même observation s'applique au cæsium.

Sulfates de cæsium. — L'évaporation de la dissolution du sulfate neutre donne soit de très beaux cristaux isolés, orthorhombiques, pareils à ceux que donnent les sulfates de rubidium et de potassium, soit (si l'évaporation est rapide) des lames brillantes non déterminables. Ce sel retient toujours un peu d'eau, surtout dans le dernier cas. Il décrépite lorsqu'on le chauffe.

J'avais cru d'abord à l'existence d'un hydrate à $0,5 H^2O$, d'après mes analyses, mais en réalité les traces d'eau retenues sont très variables (de 0,1 à 2,5 pour 100) et je n'ai pas trouvé de différence entre la chaleur de dissolution des cristaux et celle du sulfate décrépité et chauffé presque jusqu'à la fusion. L'aspect au microscope du sel décrépité conduit à la même conclusion. Il n'y a donc ni hydrate, ni transformation allotropique. Chaleur de dissolution, à $+15°$:

Cs^2SO^4	$-4^{Cal},97$
$CsHSO^4$	$-3^{Cal},73$

neutralisation à $+15°$:

	Cal
$2CsOH + SO^4H^2$	$+31,64$
$CsOH + SO^4H^2$	$+15,73$
$CsOH + CsHSO^4$	$+15,91$

à partir des éléments :

$Cs^2 + S + O^4$	$+349^{Cal},83$
$Cs + H + S + O^4$	$+282^{Cal},90$

et pour les deux substitutions successives :

	Cal	
Cs sol. $+ SO^4H^2$ sol. $=$ H gaz $+ CsHSO^4$ sol.........	$+ 88,00$	différence
Cs sol. $+ CsHSO^4$ sol. $=$ H gaz $+ Cs^2SO^4$ sol.........	$+ 67,93$	20,07
Total..........	155,93	

La comparaison avec les métaux voisins peut se faire sous la forme suivante :

	Na.	K.	Rb.	Cs.	Li.	$\frac{Ca}{2}$.	$\frac{Sr}{2}$.	$\frac{Ba}{2}$.
Dissolution de M^2SO^4.	+ 0,44	− 6,58	− 6,66	− 4,97	+ 6,05	+ 2,92 (1)	?	?
Dissolution de $MHSO^4$.	− 0,80	− 3,23	− 3,73	− 4,51	»	»	»	»

(1) On donne généralement +4,44, d'après M. Thomsen qui a déterminé ce nombre avec un sulfate de calcium déshydraté à basse température. En réalité il est trop faible; j'ai trouvé +5,655. Mais surtout on doit remarquer que c'est le sulfate anhydre préparé à haute température, et analogue à l'anhydrite, qu'il faut comparer aux sulfates de Sr et Ba, attendu que dans cet état seulement il est orthorhombique, tandis

	Na.	K.	Rb.	Cs.	Li.	$\frac{Ca}{2}$.	$\frac{Sr}{2}$.	$\frac{Ba}{2}$.
$2MOH + SO^4H^2$ (diss.).	+ 31,38	+ 31,70	+ 31,52	+ 31,64	+ 31,29	+ 31,10	+ 30,71 [1]	+ 36,80 [1]
$MOH + SO^4H^2$ (diss.).	+ 14,75	+ 14,60	+ 15,34	+ 15,73	»	»	»	»
$MOH + MHSO^4$ (diss.).	+ 16,63	+ 17,10	+ 16,17	+ 15,91	»	»	»	»
$M^2 + S + O^4$..........	+326,22	+339,16	+344,68	+349,83	+339,94	+339,32	+340,21	+339,50
$M + H + S + O^4$......	+268,24	+274,57	+277,37	+282,90	»	»	»	»
$M + SO^4H^2$ sol........	+ 74,34	+ 79,42	+ 83,47	+ 88,00	»	»	»	»
$M + MHSO^4$ sol.......	+ 57,98	+ 65,84	+ 67,30	+ 67,93	»	»	»	»
Diff. entre les deux derniers nombres.......	16,36	13,58	16,17	20,07	»	»	»	»
Somme..............	+132,32	+145,26	+150,77	+155,93	+146,04	+145,42	+146,31	+145,60
Demi-somme..........	+ 66,16	+ 72,63	+ 75,38	+ 77,96	+ 73,02	+ 72,71	+ 73,15	+ 72,80
Moyennes par groupe.	+73,03				+72,92			

Malgré certaines irrégularités pour Sr et Ba, qui tiennent certainement à l'insolubilité de leurs sulfates, on voit encore à ce point de vue les huit métaux se partager très nettement en deux groupes :

L'un comprend : Na, K, Rb et Cs, métaux dont l'affinité croît notablement et régulièrement avec le poids atomique (les derniers nombres donnent un écart de $11^{Cal},80$, pour M, entre les deux extrêmes, presque le même que pour les chlorures : $12^{Cal},86$).

L'autre comprend : $\frac{Ca}{2}$, Li, $\frac{Sr}{2}$ et $\frac{Bu}{2}$, le lithium venant toujours se placer entre le calcium et le strontium et très près de ce dernier. Pour ce groupe l'affinité reste à peu près constante, comme il arrivait pour les chlorures.

La valeur moyenne de substitution (demi-somme) augmente régulièrement dans le premier groupe de Na à Cs; elle est constante dans le second et égale à la moyenne donnée par le premier.

Cette valeur moyenne ($+73^{Cal}$) est à peine supérieure à la moyenne générale fournie pour les huit métaux par l'acide chlorhydrique solide $\left(\frac{+75,65 + 68,86}{2} = +72,25\right)$.

---

que le sulfate préparé à basse température est triclinique, d'après M. Lacroix. Or j'ai obtenu +2,92 avec le sulfate $CaSO^4$ préparé au rouge.

(1) Sulfates précipités. Pour que ces quatre derniers nombres soient identiques, il faudrait admettre pour la chaleur de dissolution de $SrSO^4$ et de $BaSO^4$: +0,6 et −5,5. Déjà M. Thomsen avait proposé −5,6 dans ce dernier cas.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les alcools secondaires de l'octane dichotomique* $(H^3C)^2 - CH - (CH^2)^4 - CH^3$. Note de M. **Louis Henry**.

Le déplacement de l'hydroxyle —OH, remplaçant H dans $-CH^2$, dans les chaînes carbonées normales $CH^3 - (CH^2)^n - CH^3$, n'influe que très faiblement sur la volatilité des alcools secondaires correspondants.

L'an dernier, plusieurs de mes élèves ont préparé les quatre alcools secondaires isomères que l'on peut rattacher au nonane normal [1]

$$H^3C - \underset{\alpha}{CH^2} - \underset{\beta}{CH^2} - \underset{\gamma}{CH^2} - \underset{\delta}{CH^2} - (CH^2)^3 - CH^3.$$

Le point d'ébullition de l'alcool α est 197°-198°, celui de l'alcool δ, le symétrique, est 193°.

Il n'en est pas ainsi alors que les deux extrémités de la chaîne carbonée ne sont pas identiques, et notamment dans les chaînes carbonées mono-dichotomiques dont les plus simples sont les bi-méthylées

$$(CH^3)^2 - CH - (CH^2)^n - CH^3.$$

Deux de mes élèves, MM. Buelens et Muset, se sont chargés, à ma demande, de préparer et d'étudier les quatre alcools secondaires isomères que l'on peut rattacher à l'octane dichotomique

$$(CH^3)^2 - CH - \underset{\alpha}{CH^2} - \underset{\beta}{CH^2} - \underset{\gamma}{CH^2} - \underset{\delta}{CH^2} - CH^3.$$

M. Muset a préparé les alcools α et β. M. Buelens les alcools γ et δ.

Ces alcools résultent, comme on le devine, de l'action d'aldéhydes sur les composés magnésiens d'éthers bromhydriques.

On constate que les points d'ébullition de ces alcools vont en s'élevant à mesure que leur composant $-CH(OH)$ s'éloigne davantage dans la molécule de la ramure dichotomique $\begin{matrix} H^3C \\ H^3C \end{matrix}\!\!>\!CH$.

En fait, les points d'ébullition sont les suivants :

Alcool.........	α	Ébullition........		153°-154°
»	β	»	....	160-161
»	γ	»	....	165-166
»	δ	»	....	171-172

(1) Voir ma Notice préliminaire (*Bulletin de l'Académie royale de Belgique* pour 1905, p. 19).

Au lieu de 5° à 6°, comme dans la chaîne normale en C^9, la différence ici entre les deux alcools extrêmes est d'environ 18°.

On peut présumer que la différence serait plus considérable encore si les extrémités de la chaîne carbonée différaient davantage, notamment dans une chaîne *trichotomique* telle que $\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>\!C - (CH^2)^n - CH^3$ ou dans des chaînes *dichotomiques* à ramure plus carbonée telles que $(C^2H^5)^2.CH-$, $(C^3H^7)^2.CH-$, etc.

Il a été constaté, au cours de ces recherches, que l'alcool en C^8, α, $(CH^3)^2 - CH - CH(OH) - C^4H^9$, s'isomérise par l'intermédiaire de ses éthers haloïdes et se transforme en alcool tertiaire $(CH^3)^2.C(OH) - C^5H^{11}$, le diméthyl-pentyl-carbinol. Or celui-ci bout à 162°.

Ce fait d'un alcool tertiaire moins volatil que l'alcool secondaire renfermant le même squelette carboné m'a d'abord paru tellement extraordinaire que j'ai eu quelque peine à en admettre la réalité. Mais l'explication en a été trouvée et la voici :

C'est que les rapports de volatilité des alcools *secondaires*

$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>\!CH - CH(OH) - C^nH^{2n+1}$$

et des alcools *tertiaires* leurs isomères, $\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>\!C(OH) - CH^2 - C^nH^{2n+1}$ se modifient à mesure que l'on s'élève dans l'échelle de carburation et que les groupements C^nH^{2n+1} sont plus carbonés.

Étage C^5 :

$$\left.\begin{matrix} (CH^3)^2 - C(OH) - CH^2 - CH^3 & \text{Éb. } 102° \\ (CH^3)^2 - CH - CH(OH) - CH^3 & \text{Éb. } 112° \end{matrix}\right\rangle + 10°.$$

Étage C^6 :

$$\left.\begin{matrix} (CH^3)^2 - C(OH) - CH^2 - CH^2 - CH^3 & \text{Éb. } 122° \\ (CH^3)^2 - CH - CH(OH) - CH^2 - CH^3 & \text{Éb. } 128° \end{matrix}\right\rangle + 6°.$$

A l'étage C^7, toute différence a sensiblement disparu.

$$\left.\begin{matrix} \begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>\!C(OH) - CH^2 - CH^2 - CH^2 - CH^3 & \text{Éb. } 141°\text{-}142° \\ \begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>\!CH - CH(OH) - CH^2 - CH^2 - CH^3 & \text{Éb. } 141°\text{-}142° \end{matrix}\right\rangle \pm 0° \quad (1).$$

(1) Il a fallu préparer ces deux alcools en C^7. Le *tertiaire* résulte de l'action du

Plus haut, à l'étage C^8, la différence reparaît, mais change de signe :

$$\begin{matrix} H^3C \\ H^3C \end{matrix}\!\!>C(OH)-CH^2-CH^2-CH^2-CH^2-CH^3 \quad \text{Éb. } 162^\circ \searrow$$
$$-8^\circ$$
$$\begin{matrix} H^3C \\ H^3C \end{matrix}\!\!>CH-CH(OH)-CH^2-CH^2-CH^2-CH^3 \quad \text{Éb. } 154^\circ \nearrow$$

C'est là un fait qui est certes bien digne de remarque.

J'ajouterai que, dans chacune de ces séries d'alcools tertiaires et d'alcools secondaires, les points d'ébullition vont en s'élevant avec régularité :

Alcools tertiaires.		Étages.	Alcools secondaires.	
Eb. 102°		C^5	Éb. 112°	
	+ 20°			+ 16°
122°		C^6	128°	
	+ 20°			+ 14°
142°		C^7	142°	
	+ 20°			+ 12°
162°		C^8	154°	

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE. — *Comment se comporte un animal qui respire des mélanges titrés d'air et d'acide carbonique à 5 et à 10 pour 100?* par **M. N. Gréhant.**

On sait depuis les travaux de Paul Bert que l'acide carbonique chez le chien est toxique quand sa proportion dans l'air ou dans l'oxygène atteint 40 ou 45 pour 100.

Les recherches nombreuses que j'ai faites sur l'air confiné, qui sont applicables à l'étude de l'air dans les navires, dans les mines de houille et dans les tunnels des chemins de fer, m'ont conduit à reconnaître ce qui arrive quand on fait respirer à un animal des mélanges beaucoup moins riches en acide carbonique et j'ai choisi d'abord des mélanges à 5 et à 10 pour 100 que je prépare avec la plus grande facilité dans mon gazomètre à rainure (système du Dr de Saint Martin).

Première expérience. — Je fais respirer à un chien robuste du poids de $17^{kg},600$ 150^l d'air pur à l'aide d'une muselière de caoutchouc et de soupapes hydrauliques;

---

valérate d'éthyle normal sur $CH^3.Mg.Br$; le *secondaire*, de l'action de l'aldéhyde isobutyrique sur $CH^3.CH^2-CH^2-Mg.Br$. Rendements avantageux.

l'animal respire activement et je compte le temps : en 23 minutes 30 secondes, les 150^{l} ont circulé dans les poumons; le gazomètre est complètement vidé.

Je fais passer 15^{l} d'acide carbonique et 135^{l} d'air, mélangé à 10 pour 100 dans le même gazomètre et je fais respirer l'animal : les mouvements d'inspiration et d'expiration augmentent beaucoup d'amplitude et de fréquence, l'animal s'agite à plusieurs reprises : en 8 minutes 50 secondes, le gazomètre est vidé.

Donc le chien met 2,7 fois plus de temps pour faire circuler dans les poumons 150^{l} d'air pur que pour faire circuler 150^{l} d'air renfermant 10 pour 100 d'acide carbonique.

Ce résultat devait être complété par le dosage des gaz du sang.

Deuxième expérience. — Chez un petit chien du poids de 4^{kg},800, on découvre une artère carotide : l'animal inspire d'abord 150^{l} d'air pur; au bout de 45 minutes, on fait dans l'artère une prise de 16$^{cm^3}$ de sang dont on extrait les gaz : il faut 52 minutes pour que le gazomètre soit vide.

On prépare aussitôt un mélange d'air et d'acide carbonique à 5 pour 100 ; l'animal respire plus vite et en 35 minutes il fait circuler 150^{l} de ce mélange dans ses poumons ; j'ai aspiré un nouveau volume de 16$^{cm^3}$ de sang dans l'artère, 5 minutes avant la fin de l'expérience, c'est-à-dire une demi-heure après le début : voici les volumes de gaz corrigés secs à 0° et à la pression de 760^{mm} que j'ai obtenus pour 100$^{cm^3}$ de sang :

cm³		cm³
34,2	acide carbonique	35,5
13,6	oxygène	12,2
3,6	azote	3,9

On voit donc que dans le sang l'acide carbonique est à peine augmenté, de 1$^{cm^3}$,3 seulement, l'oxygène a diminué fort peu, de 1$^{cm^3}$,4.

Quand donc un animal respire un mélange d'air et d'acide carbonique à 5 pour 100, le centre des mouvements respiratoires est plus fortement excité et il s'établit une *lutte de l'organisme contre cet accroissement d'acide carbonique,* dont l'heureux résultat est la constance de la composition des gaz du sang.

Troisième expérience. — Chez un autre animal de la même espèce, j'ai fait deux expériences comparatives toutes semblables, mais en faisant respirer 150^{l} d'un mélange d'air pur et d'acide carbonique à 10 pour 100 : les mouvements respiratoires ont duré 33 minutes pour l'air pur et 11 minutes pour l'air vicié, deux nombres qui sont entre eux comme 3 est à 1.

L'extraction des gaz du sang a donné :

cm³		cm³
38,4	acide carbonique	42,8
14,5	oxygène	14,5
6,1	azote	5,5

Ici l'acide carbonique avait augmenté dans le sang de $4^{cm^3},4$; l'oxygène est resté constant.

Il me reste à rechercher combien d'heures cette lutte que j'ai démontrée peut durer, c'est ce que m'apprendront de nouvelles expériences.

Pour citer un exemple d'application à l'hygiène, je dirai que je n'ai jamais trouvé jusqu'ici dans l'air du Métropolitain 1 pour 100 d'acide carbonique ; par suite, quelle que soit l'affluence des voyageurs, il ne peut pas y avoir de variation sensible dans la composition des gaz du sang; si, dans certains cas exceptionnels, nous constations une accélération des mouvements respiratoires, c'est que la proportion de l'acide carbonique augmenterait entre 1 et 5 pour 100; il est certain cependant que de nouvelles analyses de l'air des tunnels pourraient nous rendre de grands services.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Les récents progrès de la Chimie.* Conférences faites au laboratoire de Chimie organique de la Sorbonne sous la direction de M. A. Haller. Deuxième série. (Présenté par M. A. Haller.)

2° *Sur les phénomènes d'intoxication dus aux piqûres d'Hyménoptères,* par le Dr Paul Fabre, de Commentry. (Présenté par M. Labbé.)

ASTRONOMIE. — *Héliomètre à réflexion.* Note de **M. Milan Štefánik**, présentée par M. J. Janssen.

En 1743 Servington Savery et en 1748 Bouguer, indépendamment de lui, posaient les bases des appareils qui doivent servir pour le dédoublement des images.

Depuis on s'est occupé beaucoup de cette question et en nommant : Lambert, Amici, Steinheil, Ramsden, Pearson, Troughton, Airy, Rochon, Bigourdan, Maskelyne, Helmholtz, Clausen, Fraunhoffer, Arago, Dollond, Wellmann, Millochau, la liste n'est pas encore complète.

Tous ces divers modèles ont pour principal but les mesures micrométriques et ont rendu de très grands services à la Science, dans cette voie.

Mais comme le principe commun à ces appareils nécessite le passage du rayon à travers une certaine épaisseur de verre (prismes, lames parallèles, lentilles) il se pro-

duit des inconvénients graves, lorsqu'on veut dédoubler des images de grand diamètre.

Pour éviter ces inconvénients, j'ai eu l'idée d'interposer entre l'objectif et son foyer deux miroirs inclinés et mobiles l'un par rapport à l'autre et, en divisant ainsi le faisceau lumineux, produire deux images.

Cet appareil rendra des services en spectroscopie. Il permettra de juxtaposer exactement sur la fente d'un spectroscope (en rendant tangentes les deux images) deux bords d'un même objet ou deux objets différents et comparer ainsi les deux spectres au point de vue de la vitesse radiale. Par exemple il pourra servir à la mesure spectroscopique de la rotation du Soleil et des planètes.

Une pareille méthode, qui a été employée en utilisant l'objectif coupé de Bouguer, peut ainsi être appliquée à n'importe quel instrument.

L'appareil peut servir pour la photométrie. En effet, en déplaçant l'ensemble des miroirs rectangulairement à l'axe optique, de manière à mesurer ces déplacements, on peut faire varier l'intensité des deux images.

Si, par exemple, deux étoiles sont dans le champ, on obtiendra quatre images dont on peut faire varier l'intensité deux à deux et obtenir qu'une image d'une des étoiles soit égale en éclat à une des images de l'autre (1).

L'appareil peut constituer un micromètre (2), parce que la distance entre les deux foyers produits par les miroirs est fonction de l'angle que font ces miroirs et que cet angle peut être mesuré.

Comme la précision de l'appareil ne serait pas suffisante, il sera préférable de le combiner avec un autre micromètre donnant les mesures de petites quantités en prenant deux miroirs à inclinaison fixe et parfaitement déterminée au préalable.

Si l'on supprime un des miroirs, on peut prélever une partie du faisceau lumineux et observer à part l'image d'un objet dont le reste de la lumière est utilisé, soit pour la photographie, soit pour la spectrographie.

---

(1) Quelques types de micromètres à dédoublement peuvent être employés de cette manière comme M. Millochau l'a signalé pour le sien.

(2) L'*Ocular-prism-micrometer* de Steinheil est aussi basé sur la réflexion, mais d'après E. Becker, la perte de lumière, dans son dispositif, est considérable et le rend peu pratique.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur une mesure préliminaire des raies du spectre solaire dans les radiations infra-rouges.* Note de M. G. **Millochau**, présentée par M. J. Janssen.

Dans une Note précédente ([1]), j'ai signalé qu'on pouvait obtenir facilement des photographies du spectre infra-rouge en se servant d'un écran rouge et de plaques insolées et que l'emploi de plaques colorées à la chrysoïdine était favorable.

L'essai d'autres colorants rouges était indiqué; sur les conseils de M. Perrigot, j'ai choisi d'abord l'éosine, puis l'érythrosine. L'éosine, sensibilisant les plaques presque jusqu'à Z, n'est pas favorable aux photographies de A à π; l'érythrosine donne d'excellents résultats.

Les plaques sensibles aux rayons infra-rouges sont préparées de la manière suivante :

Des plaques Σ de la maison Lumière sont immergées pendant 15 minutes dans l'eau, puis dans une solution alcoolique saturée du colorant, cette solution étant soigneusement filtrée.

Les plaques sont ensuite rincées rapidement et séchées dans l'obscurité.

Toutes ces opérations se font dans la chambre noire.

Les plaques sèches sont insolées à une lumière artificielle; elles sont alors prêtes à recevoir l'impression du spectre infra-rouge.

Les autres manipulations photographiques se font à la façon ordinaire.

Pour déterminer les longueurs d'onde des raies du spectre solaire infra-rouge, j'ai pensé utiliser le procédé déjà employé par Hasselberg pour la mesure des longueurs d'onde des raies solaires ultra-violettes ([2]), et qui consiste à comparer directement une radiation avec la radiation correspondante du spectre d'un autre ordre du réseau.

J'ai insolé seulement la moitié d'une plaque Σ colorée à l'érythrosine, en masquant l'autre partie avec une cache métallique. Cachant successivement les deux moitiés de la fente, j'ai photographié le spectre infra-rouge du premier spectre du réseau (avec écran) sur la partie insolée et le spectre bleu et violet (sans écran) du deuxième ordre, sur l'autre partie de la plaque.

([1]) *Comptes rendus*, 18 juin 1906.

([2]) *Memorie della Societa degli spettroscopiti italiani*, 1886, p. 127.

Les mesures ont été faites avec la grande machine à diviser Brunner de l'Observatoire de Meudon.

Les écarts des pointés pour les raies qui ne sont ni trop faibles ($i > 1$) ni floues, sont plus petits que 10^{μ}, c'est-à-dire en unités d'Angstrom, pour la région voisine de Z, $0^{A},21$ (différence de marche) (¹).

Le Tableau ci-dessous donne les longueurs d'onde des raies solaires relevées sur la plaque de λ 8377 à λ 9325.

Comme j'ai pu obtenir sans difficulté des épreuves du spectre solaire infra-rouge dans le deuxième spectre du réseau, j'espère, si je puis trouver les moyens d'organiser un spectrographe à miroir et réseau, ou à réseau convave, obtenir des photographies avec une plus grande dispersion et donnant une netteté meilleure pour le spectre de comparaison, ce qui permettra de faire des mesures plus précises et de les étendre plus loin dans le spectre infra-rouge (²).

Abréviations : d, double; *fl,* floue; *t.b.v.*, tête de bande se dégradant vers le violet; *t.b.v.*, tête de bande se dégradant vers l'infra-rouge; *i*, intensité des raies; λ, longueur d'onde en Angstrom.

i.	λ.	*i.*	λ.	*i.*	λ.
0,5	8025,5	Z 9	8226,7	0,5 fl.	8377,2
0,5	8044,8	1	8241,8	0,5 d.	8385,7
0,5	8082,9	1	8255,4	0,5	8435,1
1	8132,5	0,5 fl.	8261,5	0,5	8446,1
1	8140,1	1 d. fl.	8272,8	0,5	8468,2
1	8147,0	1 fl.	8279,9	X_1 5	8498,2
1	8153,2	2	8287,1	0,5	8515,2
6 d.	8161,7	2	8293,6	0,2	8527,1
4	8168,3	1	8298,4	X_2 7	8543,1
5	8176,1	2 tb.	8303,9	0,5	8556,6
0,5	8181,0	1	8310,5	X_3 6	8663,0
1	8186,3	1	8316,2	0,5	8675,3
1	8192,2	1,5	8320,2	1	8688,8
2 fl.	8197,7	1 fl.	8328,2	1	8775,0
1 fl.	8210,6	1	8333,2	X_4 2	8807,6
0,5 fl.	8218,5	1	8337,8	1	8825,1
		t. b. v.	8373,9	0,5	8838,0

(¹) J'ai remarqué que la raie Z (λ 8226) est une bande très courte et très intense, dégradée vers l'infra-rouge, sa longueur d'onde ne peut donc être donnée, même avec une grande dispersion, qu'approximativement.

(²) Les photographies obtenues s'étendent jusqu'à 1μ.

i.	λ.	i.	λ.	i.	λ.
t.b.v.	8867,9	1	9032,2	5 d.	9175,5
1	8929,9	2	9042,8	3	9185,4
0,5	8932,1	2	9053,4	2 d.	9195,6
0,5	8941,4	3 d.	9062,3	1,5 d.	9207,5
1 d.?	8947,6	3	9070,4	3	9214,4
2 d.	8955,0	4	9073,7	3	9217,4
3	8962,0	5	9080,8	1	9230,9
3	8966,3	4	9087,8	2	9239,3
3	8972,6	2	9094,9	2	9245,8
3	8974,3	4	9100,5	3 fl.	9262,4
2,5	8981,3	5	9107,7	1	9272,9
π { 9	8988,2	5	9119,0	3	9279,9
9	8991,7	5	9130,5	2	9286,7
3 t.b.v.	9000,4	5	9136,7	3 d.	9295,3
1	9007,9	1	9144,3	3 d.	9302,2
1	9012,5	5	9152,6	5	9309,5
3	9017,3	5	9156,1	5	9316,8
3	9023,2	1	9163,0	5	9325,2
3	9025,7	1	9168,9		

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des ensembles.* Note de **M. Jules König**, présentée par M. H. Poincaré.

La nouvelle démonstration du théorème d'équivalence de M. Cantor que je veux donner dans ces lignes a, comme je crois, une importance assez grande, vu la discussion actuelle sur les fondements de la logique, de l'arithmétique et de la théorie des ensembles. Je ne voulais la donner que dans l'exposition de la *Logique synthétique*, que j'espère publier bientôt et que j'ai déjà donnée dans mon cours de cette année. Mais l'intérêt qu'on prend aujourd'hui à ces choses me fait publier cette Note :

La critique spirituelle et profonde de M. Poincaré (voir la *Revue de Métaphysique et de Morale,* mai 1906) est irréfutable, à ce que je crois, dans ses parties négatives. Ce que nous possédons jusqu'à présent était peut-être nécessaire pour le développement de la nouvelle science logique ; mais certainement cela ne donne pas ce que nous cherchons : les bases de cette nouvelle science.

Quant au théorème cité, énoncé pour la première fois par M. Cantor et démontré après par MM. Bernstein, Schröder et Zermelo, il nous faudrait le mettre en évidence, sans employer le concept de nombre.

De plus nous devrions éviter le principe d'induction complète, pendant que, comme M. Poincaré l'a remarqué bien justement, toutes les démonstrations publiées jusqu'ici en font emploi. (Quant au concept du nombre, il est bien vrai que nous devons le construire nous-mêmes. Il y en a bien quelque chose dans l'intuition immédiate, un *fait vécu* ou une *expérience ;* mais ce résidu est de toute nécessité.)

Le théorème d'équivalence est un théorème d'intuition. Pour démontrer cela j'emploierai la terminologie de M. Cantor ; mais en soulignant en même temps qu'une exposition plus étendue et plus précise ne pourrait plus se servir des mots *ensemble*, etc.

Soient X, Y *des ensembles déterminés*, X_1, Y_1 *des ensembles partiels de* X *et de* Y *respectivement. Nous devons démontrer que, étant* $X \sim Y_1$ *et* $Y \sim X_1$, *nous aurons toujours* $X \sim Y$.

La proposition $X \sim Y_1$ signifie la supposition de la loi (I) suivante :

Un élément quelconque x de X *détermine un et un seul élément y de* Y; *donc cet y détermine aussi le x correspondant. Mais il y a un ou plusieurs éléments de* Y *qui ne figurent pas dans cette loi.*

De même la proposition $Y \sim X_1$ signifie la supposition d'une loi (II), qu'il serait superflu de détailler encore.

Prenons donc un élément quelconque x_1 de X; après (I), il nous donne un élément déterminé y_1 de Y; cet élément y_1 nous donne, puis par la loi (II), un élément déterminé x_2 de X_1, etc. En faisant cela, nous ne *comptons* pas; il n'y a là qu'un emploi des signes 1, 2, ... pour distinguer les éléments de X. Mais les concepts *suivre* et *suite* doivent bien être acceptés comme concepts logiques définitifs.

Ainsi la suite

$$x_1 y_1 x_2 y_2 \ldots$$

peut toujours être continuée à droite, mais pas toujours à gauche. Si x_1 est un élément de X_1, la loi (II) donne un élément y_0, qui précède immédiatement x; mais si x_1 est un élément de X, qui ne se trouve pas dans X_1, la suite ne pourra plus être continuée à gauche.

On voit donc que les cas possibles sont les suivants :

La suite commence avec un élément de X. La suite commence avec un élément de y. La suite peut toujours être prolongée à gauche.

Les éléments x'_1 et x''_1 de X nous donnent ainsi deux suites correspondantes :

$$(1) \qquad x'_1 y'_1 x'_2 y'_2 \ldots$$

$$(2) \qquad x''_1 y''_1 x''_2 y''_2 \ldots.$$

S'il y a un élément commun dans les suites (1) et (2), l'élément qui le suit est déterminé par la loi (I), en conséquence il sera le même dans les suites (1) et (2), de même le précédent s'il y en a.

C'est-à-dire : Un élément quelconque de X détermine toujours la suite correspondante. Il n'est pas nécessaire de détailler le cas spécial d'une suite *périodique*. C'est évident, qu'une suite périodique peut toujours être prolongée à gauche.

La loi d'équivalence, dont l'expression est $X \sim Y$, se trouve déterminée de fait par ces considérations.

Soit $\bar{x}$ un élément quelconque de X; nous avons l'instruction pour la formation de la suite correspondante. Si cette suite commence avec un élément de X, ou si elle peut être continuée à gauche, nous choisirons comme élément correspondant à $\bar{x}$ dans Y l'élément qui le suit dans la suite. Mais, si la suite commence avec un élément de Y, nous prendrons comme élément correspondant dans Y celui qui précède $\bar{x}$ immédiatement.

Ainsi l'équivalence $X \sim Y$ est fixée. L'intuition pure nous mène à reconnaître son *existence*.

Il va sans dire que cette exposition a encore beauconp d'inconvénients; parce que nous n'avons pas discuté à fond les concepts logiques qui s'y trouvent. Telle est aussi l'expression *à droite* ou *à gauche*.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la mesure de la capacité et de la self-induction des lignes télégraphiques.* Note de M. **Devaux-Charbonnel**, présentée par M. Becquerel.

La connaissance exacte de la capacité et de la self-induction des lignes télégraphiques est indispensable pour l'étude de la propagation du courant. Ces deux éléments jouent, en effet, un rôle prépondérant, avec les procédés modernes de transmission, pour lesquels les signaux se succèdent avec une telle rapidité que le régime permanent n'est jamais atteint.

Leur valeur est demeurée jusqu'ici assez incertaine à cause des difficultés que présente leur détermination. Il s'agit en effet de lignes à simple fil ayant leurs deux extrémités en relation avec le sol et qui recueillent des courants provenant des installations industrielles, tramways électriques ou bureaux télégraphiques du voisinage. De plus, les artères aériennes étant très chargées, les conducteurs sont toujours exposés à l'induction des fils voisins. Ces deux circonstances contribuent à créer des courants parasites qui viennent troubler les mesures.

On peut néanmoins en prenant certaines précautions arriver à des résultats satisfaisants. Voici, après quelques tâtonnements, les procédé sauxquels nous nous sommes arrêtés.

Capacité. — La capacité a été mesurée au moyen du galvanomètre balistique. L'influence des courants parasites a été éliminée en opérant avec une force électromotrice élevée, une centaine de volts, en alternant les fils et en prenant la moyenne d'un grand nombre de mesures.

Nous avons dû aussi tenir compte de l'imperfection de l'isolement. Nous avons tout d'abord renoncé à employer le courant de charge, car le courant de perte fausse la lecture et il est à peu près impossible de calculer la correction à appliquer de ce fait. Nous avons donc utilisé la décharge de la ligne. Une partie de la charge disparaît alors sans traverser le galvanomètre-balistique pendant le temps que la clef de décharge met à passer du butoir correspondant à la pile à celui correspondant au galvanomètre, et aussi pendant le temps que dure la décharge elle-même. Ce dernier temps est réduit autant que possible et rendu négligeable en opérant sur des lignes courtes. Quant à celui qui provient du fonctionnement de la clef, nous avons indiqué antérieurement comment on peut le mesurer au moyen d'un condensateur. Il est voisin de un millième de seconde, et la correction correspondante est en général inférieure à 1 pour 100.

Les nombres qu'on obtient montrent que :

1° La capacité des fils aériens est supérieure à la valeur théorique ; ceci provient de ce que le calcul ne tient pas compte de la présence de corps conducteurs voisins autres que le sol.

2° Elle varie avec l'état hygrométrique de l'atmosphère. Elle augmente par temps humides, ce qui est naturel, puisqu'un plus grand nombre de surfaces voisines du fil deviennent conductrices.

Voici quelques chiffres en microfarads par kilomètre :

		Fil de 4mm.	Fil de 5mm.
Capacité théorique		0,0058	0,0060
Capacité mesurée	temps humide	0,0105	0,0120
	temps sec	0,0087	0,0090

Self-induction. — La mesure de la self-induction est à peu près impossible, si l'on ne supprime pas toute connexion directe avec le sol, sans quoi des courants parasites intenses se superposent aux courants de fermeture et d'ouverture de la pile d'essai, et les dénaturent complètement.

On réalise un dispositif expérimental acceptable en formant une boucle entièrement métallique, avec deux fils suivant des parcours différents, mais ayant leurs extrémités communes. On opère avec un pont de Wheatstone, renfermant dans la quatrième branche une self-induction réglable. On emploie pour fermer et ouvrir le circuit de

la pile d'essai un manipulateur rotatif qui inverse à chaque révolution les connexions des pôles de la pile et celles du galvanomètre, de telle façon que les courants d'ouverture et de fermeture circulent toujours dans le même sens dans ce dernier ; le manipulateur peut fonctionner jusqu'à 60 fois par seconde, ce qui donne de la sensibilité à la méthode et réduit beaucoup l'importance du courant induit par les fils voisins.

Mais il faut bien prendre garde que la self-induction ainsi mesurée n'est qu'une self-induction apparente. Il faut tenir compte de la capacité pour en déduire la self-induction vraie. La correction est égale à $\frac{1}{3}$ CR² pour une ligne homogène à la terre à ses deux extrémités (C et R capacité et résistance totales). Si la ligne renferme des sections de différentes spécifications, la correction est de $\frac{C}{3R}(R_1^3 - R_2^3)$ pour une section de capacité C, de résistance R, et dont chaque extrémité est séparée du point relié au sol par les résistances R_1 et R_2. Comment faut-il calculer ces corrections dans le cas d'une boucle n'ayant aucun point à la terre ? La capacité étant toujours mesurée par rapport au sol, il faudra déterminer les résistances par rapport au point de la ligne dont le potentiel sera nul. La position de ce point n'est pas connue *a priori ;* des expériences préliminaires consistant à mettre un point au sol et à faire varier sa position, ont montré qu'il s'établit sur la boucle une certaine symétrie et que le point qui partage en deux parties égales la résistance de la ligne est celui qui se trouve au potentiel zéro, en l'absence de connexion avec le sol.

Voici les chiffres que nous avons trouvés pour les lignes en cuivre, métal non magnétique, en henry par kilomètre :

Lignes aériennes	0,00205
Lignes souterraines isolées à la gutta	0,00243
Lignes souterraines isolées au papier	0,00198

Pour les lignes en fer les chiffres sont plus élevés, à cause de la perméabilité du métal. Cette perméabilité est variable avec les divers échantillons soumis aux essais, elle dépend aussi de l'intensité du courant.

Les chiffres suivants sont déduits des valeurs trouvées pour la self-induction de deux lignes en fer :

Première ligne.		Deuxième ligne.	
Intensité.............	μ.	Intensité.............	μ.
5 milliampères........	112	10 milliampères......	140
20 »	75	38 »	91

En pratique les courants télégraphiques sont compris entre 20 et 30

milliampères, on peut admettre en moyenne la valeur 80 pour μ, ce qui donne une self-induction de 0,0060 henry par kilomètre.

PHYSIQUE. — *Détermination, en longueurs d'onde, des raies d'absorption photographiées des matières colorantes du sang.* Note de MM. **Louis Lewin**, **A. Miethe** et **E. Stenger**, présentée par M. A. Laveran.

Grâce aux méthodes que nous avons décrites dans une Note précédente [1], nous avons pu photographier les spectres du sang, de l'hémoglobine et d'un certain nombre de ses dérivés. Les clichés ont été mesurés à l'aide d'une machine à diviser exacte. Les résultats ont été rendus encore plus précis par le grand nombre des mesurages, de sorte que nous avons pu constater une *erreur moyenne ne dépassant pas* $2^{\mu\mu}$, quoique, comme on le sait, les raies d'absorption des matières colorantes du sang soient, dans beaucoup de cas, assez effacées. Naturellement nous avons employé les procédés dont on se sert quand on veut étudier la position du maximum des bandes d'absorption effacées, surtout la dilution convenable des solutions des matières colorantes. Car l'observation simple nous apprend déjà que les limites d'une raie d'absorption sont une fonction de la dilution, que l'indication des limites d'une telle raie, sans l'indication de la concentration de la solution, est absolument arbitraire et à peine caractéristique, pour la position des raies, tandis que le maximum des raies d'absorption est un indice caractéristique de l'absorption elle-même. En outre le maximum ne peut être déterminé avec une exactitude suffisante qu'à l'aide de comparaisons et de mesurages dans des solutions de degrés de dilution très différents. Une grande partie du travail expérimental avait donc pour but de mesurer les spectrogrammes de différentes dilutions et de fixer, pour chaque raie d'absorption, la dilution dans laquelle elle se mesure le mieux. Nous avons fait 50 à 100 mesurages différents au moins sur chacune des raies des nombreux photogrammes que nous avons pris pour l'oxyhémoglobine et ses dérivés.

Nous avons pu fixer ainsi que les raies d'absorption des matières colorantes du sang, situées dans la partie la moins réfrangible du spectre, sont en général moins caractéristiques que celles situées dans la partie la plus réfrangible du spectre. Un exemple fera mieux comprendre ce que nous

(1) *Comptes rendus*, t. CXLII, 25 juin 1906, p. 1514.

	Longueurs d'onde (en μμ) : λ =															
	660.	640.	620.	600.	580.	560.	540.	520.	500.	480.	460.	440.	420.	400.	380.	360.
Sang					576,7		537,0						414,5			
Oxyhémoglobine pure					578,5		541,9						415,5			
Hémoglobine obtenue de l'oxyhémoglobine						558,3								409,5		
Hémoglobine oxycarbonée obtenue de l'oxyhémoglobine					570,2		542,4						415,8			
Méthémoglobine neutre { produite dans du sang; produite dans une solution de l'oxyhémoglobine pure }			626,0				533,3		498,9					407,0		
Méthémoglobine alcaline { produite dans du sang; pure }			620,0			568,0			493,0					407,0		
Hématine acide { produite dans du sang de l'oxyhémoglobine pure }	659,4	632,0			577,6					481,5				390,0 (¹)		
Hématine alcaline { produite dans du sang, pure (première préparation), pure (seconde préparation) }			616,2			568,0								395,0 (¹)		
Hémine (préparée d'après les procédés de Nencki et Sieber et de Schalfejeff) :																
Hémine pure { dissoute dans de la soude caustique			612,0			569,0								406,0 (¹)		
Hémine pure { dissoute dans de l'ammoniaque			612,0			565,0								406,0 (¹)		
Hémochromogène (hématine réduite) { obtenue de l'oxyhémoglobine						555,8		529,9						409,0 (¹)		
Hémochromogène (hématine réduite) { obtenue de l'hématine pure						557,8		526,0						409,0 (¹)		
Sulfohémoglobine produite dans une solution de l'oxyhémoglobine			622,7		579,0		542,0						423,6			
Hématoporphyrine acide { obtenue de sang sec				598,0	575,5	553,5								404,0		
Hématoporphyrine acide { pure					588,0	566,0	547,0	540,0	500,0					400,8		
Hématoporphyrine alcaline { obtenue de sang sec			624,0		574,0		544,0		509,0					404,0		
Hématoporphyrine alcaline { pure			614,5			563,1	535,1		501,1		461,5			395,1		
Mésoporphyrine acide pure					589,0	567,0	546,0							397,0 (¹)		
Mésoporphyrine alcaline pure			620,0			565,0	533,2		502,0		463,0			395,0 (¹)		

(¹) Absorption unilatérale vers le violet extrême avec indication d'une bande d'absorption profonde à peu près dans la région des longueurs d'onde ci-dessus mentionnées.

venons de dire : l'oxyhémoglobine en solution aqueuse peut encore être constatée à l'œil, d'après nos expériences, dans une couche épaisse de 1^{cm}, contenant sur 1000^{cm^3} d'eau $0^g,07$ d'oxyhémoglobine; par contre, la raie d'absorption de cette substance à la limite de l'ultra-violet est encore visible par la photographie dans une couche de 1^{cm} de la solution, contenant $0^g,025$ d'oxyhémoglobine dans 1000^{cm^3} d'eau.

Les valeurs de nos mesures réunies ci-dessous, données sans aucun commentaire (¹), montrent les places des raies d'absorption avec une exactitude qui n'avait pas encore été atteinte et qu'on ne pouvait pas atteindre, à cause des circonstances mentionnées dans la Note précédente.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'effluve sur le cyanogène.* Note de M. **H. Gaudechon.**

L'action de l'effluve sur le cyanogène gazeux a été l'objet des expériences de plusieurs observateurs, notamment de M. Berthelot et de Schützenberger qui ont constaté des phénomènes de condensation moléculaire et de polymérisation.

J'ai repris cette étude en employant les appareils de M. Berthelot et j'ai constaté que l'effluve en présence du cyanogène pur et sec donne lieu à la formation de corps qui ne sont pas des produits de polymérisation simple du cyanogène, mais bien des produits de condensation solides et solubles, enrichis en carbone, avec élimination simultanée d'azote gazeux.

La composition des corps ainsi obtenus varie avec la pression du gaz, la capacité électrique des appareils, la tension réalisée aux bornes du secondaire de la bobine d'induction, etc. ; tous phénomènes susceptibles de varier au cours des expériences. Je me suis attaché à réaliser autant que possible les conditions de l'effluve proprement dite, en évitant la pluie de feu dont les effets sont différents. Dans les diverses expériences que j'ai effectuées, j'ai toujours obtenu une quantité notable d'azote libre accompagnant la formation d'un dépôt brun.

J'introduis, par l'intermédiaire d'une trompe à mercure, un volume connu de cyanogène pur, séché sur P^2O^5, dans l'appareil à effluve constituant un système clos. Voici les résultats obtenus :

Premier essai. — Longueur de l'étincelle aux bornes du secondaire 12^{mm} à 15^{mm};

(¹) Les détails de nos expériences seront publiés dans un Mémoire d'ensemble.

cyanogène introduit $v = 75^{cm^3},6$. (Gaz réduit à 0° et $0^{cm^3},76$. Pression initiale du gaz $0^m,748$. Durée de l'effluve 4 heures).

Gaz recueilli après ce temps $v = 15^{cm^3},7$ réduit. Ce gaz résiduel est de l'azote sans cyanogène. On déduit des mesures gazeuses (gaz initial et gaz final), pour la composition du solide formé, sensiblement le rapport $C^5 Az^4$.

Deuxième essai. — Durée de l'effluve 1 heure. Cyanogène introduit $26^{cm^3},7$ (volume réduit). Après l'effluve il restait $Az = 4^{cm^3},0$; CAz non transformé $1^{cm^3},2$; le solide restant répond sensiblement au rapport $C^{4,7} Az^4$.

Troisième essai. — Durée de l'effluve 2 heures. Pression initiale du gaz $0^m,482$. CAz introduit $65^{cm^3},6$ réduit. Gaz résiduel $13^{cm^3},4$ comprenant $CAz = 7^{cm^3},6$ et $Az = 5^{cm^3},8$, d'où l'on déduit pour la composition du solide restant le rapport $C^{4,5} Az^4$. Comme contrôle, j'ai brûlé, en présence d'oxygène et d'oxyde de cuivre, le produit de condensation en recueillant l'acide carbonique et l'azote en volume, le rapport obtenu était $C^{4,7} Az^4$, ce qui concorde sensiblement.

Quatrième essai. — Durée de l'effluve $3^h 15^m$. Pression initiale $0^m,483$. CAz introduit $52^{cm^3},4$ réduit. CAz restant après l'effluve, néant. Az $4^{cm^3},3$, d'où pour le corps condensé le rapport $C^{4,4} Az^4$.

Dans ces diverses expériences, je me suis assuré que le gaz résiduel est bien de l'azote, ou un mélange d'azote et de cyanogène ne contenant ni oxyde de carbone, ni acide carbonique, ni carbures d'hydrogène.

Les corps solides bruns ainsi obtenus sont solubles partiellement ou en totalité dans l'eau et dans l'alcool et toujours en totalité dans les solutions alcalines diluées, ce qui montre qu'ils ne renferment pas de carbone libre.

Ces corps, soumis à l'action de la chaleur, dégagent toujours un peu de cyanogène; chauffés au rouge sombre avec précaution, ils subissent un commencement de décomposition avec mise en liberté d'une nouvelle dose d'azote; en même temps, ces corps deviennent insolubles dans l'eau et de plus en plus difficilement solubles dans les alcalis, même concentrés. Le rapport du carbone à l'azote s'éloigne de plus en plus de l'égalité.

Il résulte donc de ces essais que, par l'action de l'effluve sur le cyanogène, je n'ai pu obtenir un corps solide résultant de la polymérisation simple de ce gaz, mais des produits de condensation formés avec élimination d'azote et enrichissement consécutif en carbone, sans qu'il y ait décomposition et apparition de carbone libre dans les limites de température où j'ai opéré.

Ces corps diffèrent du mellon (rapport $C^3 Az^4$) signalé par Liebig, dans lequel il y a au contraire un excès d'azote par rapport au carbone. Mais ils se rapprochent de certains produits de condensation du cyanogène obtenus par voie humide par M. Berthelot, notamment dans la réaction du cyano-

gène sur l'alcool et sur le cyanure de potassium [1], corps ayant d'ailleurs fixé les éléments de l'eau et enrichis en carbone par élimination d'azote sous forme d'ammoniaque.

On remarquera que, sous l'action de l'effluve, le cyanogène se comporte comme dans les expériences de M. Berthelot sur l'oxyde de carbone et à la façon de la chaleur agissant sur les carbures d'hydrogène gazeux.

Qu'il s'agisse des combinaisons binaires du carbone avec l'hydrogène, l'oxygène ou l'azote, les transformations de ces combinaisons, soit par la chaleur, soit par l'effluve électrique, donnent naissance à une suite de composés de plus en plus condensés, à mesure que le rapport du carbone à l'élément antagoniste tend à croître, c'est-à-dire à se rapprocher du carbone pur.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Soudure des acides amidés dérivés des albumines.* Note de M. **Albert Morel**, présentée par M. Armand Gautier.

Après avoir fait entrer dans une molécule d'urée la leucine et la tyrosine ensemble ou séparément [2], nous avons essayé de préparer les urées substituées du glycocolle :

1° *Isocyanate d'éthylglycocolle*, $CO.Az.CH^2.COOC^2H^5$. — On fait réagir sur le chlorhydrate de l'éther éthylique du glycocolle, préparé suivant la méthode de Curtius [3], un grand excès d'oxychlorure de carbone dans le toluène à l'ébullition. L'isocyanate passe dans le toluène et se présente sous la forme d'un liquide incolore bouillant à 115°-120° sous 15^{mm} : il présente l'odeur caractéristique.

Avec l'aniline, on obtient le composé $CO\begin{cases}AzH.C^6H^5\\AzH.CH^2.COOC^2H^5\end{cases}$ fondant à 113°-114°, identique au produit préparé par Paal [4] à partir de l'isocyanate de phényle.

2° *Urée du glycocolle ou acide carbamido-acétique* :

$$CO\begin{cases}AzH.CH^2.COOH\\AzH.CH^2.COOH\end{cases}.$$

---

[1] *Annales de Chimie et de Physique*, 8e série, t. III, 1904, p. 147, plus spécialement p. 152, 155, 162.

[2] Hugounenq et Morel, *Comptes rendus*, t. XCL, p. 150, 505, 859.

[3] Curtius, *Ber. deut. chem. Ges.*, t. XVI, p. 753, t. XVII, p. 953 et *Journ. f. prack. Chem.*, t. XXXVII, p. 150.

[4] Paal, *Ber. deut. chem. Ges.*, t. XXVII, p. 974.

L'isocyanate d'éthylglycocolle, bouilli avec l'eau, se transforme avec perte de CO^2 et d'alcool en un corps cristallisant par refroidissement de sa solution aqueuse : c'est l'acide carbamido-diacétique dont l'éther éthylique avait déjà été préparé par Emil Fischer (¹).

Cet acide est un corps blanc, bien cristallisé, fondant à 166°-168° et donnant avec les bases des dérivés cristallins : le sel de baryte a été analysé.

L'acide carbamido-diacétique est plus soluble dans l'eau à chaud qu'à froid, plus soluble dans l'alcool que dans l'eau.

3° *Urée mixte du glycocolle et de la leucine :*

$$CO\begin{cases}AzH.CH^2.COOH \\ AzH.\underset{\displaystyle COOH}{\underset{|}{CH}}.CH^2.CH\begin{cases}CH^3 \\ CH^3\end{cases}\end{cases}.$$

Une molécule d'isocyanate d'éthylglycocolle réagit sur la leucine, dissoute dans la soude diluée, en donnant un corps soluble dans les alcalis, insoluble dans les acides et qui, après saponification, cristallise difficilement de l'alcool faible.

Cette urée très voisine, comme propriétés, de l'urée symétrique de la leucine fond, à 183°, en se décomposant.

4° *Urée mixte du glycocolle et de la tyrosine :*

$$CO\begin{cases}AzH.CH^2.COOH \\ AzH.\underset{\displaystyle COOH}{\underset{|}{CH}}.CH^2.C^6H^4OH\end{cases}.$$

Une molécule d'isocyanate d'éthylglycocolle réagit sur la tyrosine dissoute dans la soude faible en donnant un composé précipitable par les acides de ses solutions alcalines.

Cette urée cristallise de l'alcool en fines aiguilles fusibles avec décomposition à 214°. Elle se colore en rouge par le réactif de Millon.

5° *Action des ferments digestifs, pepsine et suc pancréatique, sur les urées des acides amidés.* — On n'observe aucune action permettant de conclure que les ferments digestifs puissent rompre la soudure carbamidique de ces composés.

(¹) Emil Fischer, *Ber. deut. chem. Ges.*, t. XXXIV, p. 440.

Sans exagérer la portée de cette preuve, on peut penser cependant que cette constatation n'est pas favorable à l'hypothèse émise par P. Schützenberger au sujet de la présence du copule uréique dans la molécule des albuminoïdes.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Condensations avec l'anthranol.* Note de M. **R. Padova**, présentée par M. A. Haller.

Dans une Note précédente publiée en collaboration avec M. Haller (1), nous avons montré que l'anthranol $HO - C\left\langle\frac{C^6H^4}{C^6H^4}\right\rangle CH$ (I) peut se comporter comme anthrone $O = C\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle CH^2$ (II). Liebermann (2) avait obtenu comme dérivé correspondant à la forme (I) un acétylanthranol fondant à 126°-131°. Il était toutefois intéressant, à la suite des recherches sur l'acylation des composés contenant un groupe méthénique voisin d'un groupement électronégatif, de voir si, à côté du dérivé acylé de l'anthranol, ne se formait pas aussi un dérivé correspondant de l'anthrone. Nous avons, pour cela, étudié l'action du chlorure de benzoyle sur l'anthranol.

On chauffe au réfrigérant ascendant pendant 6 heures un mélange de $5^g,8$ anthranol, $4^g,3$ chlorure de benzoyle et 25^{cm^3} pyridine. On neutralise la pyridine par l'acide chlorhydrique; on filtre le précipité produit

$$(\text{Poids} = 8^g,7),$$

et l'on procède à des cristallisations fractionnées, d'abord dans l'acide acétique, puis dans le xylène et enfin dans le benzène. De ces cristallisations, nous avons isolé 1° de l'anthraquinone, 2° un produit unique, non dédoublable, se présentant en aiguilles blanches fusibles à 163°-165° et de la composition du benzoylanthranol. Chauffé avec de l'alcool méthylique contenant un peu d'HCl, il dégage une odeur nette de benzoate de méthyle; il est insoluble dans les alcalis, et il ne nous a pas été possible d'introduire une deuxième fois dans sa molécule le radical $C^6H^5.CO$. Ces faits démontrent nettement que nous n'avons ici qu'un dérivé de la forme I analogue à celui de Liebermann.

(1) *Comptes rendus*, t. CXLI, p. 237.

(2) *Ber.*, t. IX, p. 1201.

Dans le but d'obtenir, en partant de l'anthranol, des dérivés γ-monosubstitués de l'anthracène, nous avons tenté de condenser l'anthranol avec les sels d'aniline, avec la diméthylaniline, en présence d'acide acétique ou d'acide sulfurique concentré. Ces essais ne nous ont donné aucun résultat positif.

Cherchant à généraliser les résultats obtenus précédemment, nous avons essayé de condenser l'anthranol avec la benzophénone. En présence de pipéridine, d'éthylate ou d'amylate de sodium, aucune condensation ne s'est produite.

Il n'en a pas été de même lorsque, à la benzophénone, nous avons substitué le chlorure de benzophénone.

On chauffe pendant 2 heures et demie environ $19^g,4$ (1^{mol}) anthranol dissous dans le moins possible de xylène, et 23^g (1^{mol}) chlorure de benzophénone. Il y a une vive réaction accompagnée au début d'un fort dégagement d'acide chlorhydrique, qui à la fin devient insensible. On laisse refroidir, il se dépose une poudre cristalline légèrement verdâtre (poids $27^g,2$). On la traite par 250^{cm^3} environ d'acétone à l'ébullition. Une portion s'y dissout en rouge foncé, une partie y est insoluble. La partie insoluble (poids $3^g,5$), recristallisée plusieurs fois dans le xylène et dans l'acide acétique, donne des aiguilles blanches se décomposant entre 243° et 249° (bain 230°). L'analyse ainsi que les caractères de solubilité nous ont montré que le corps ainsi obtenu était identique au dianthranol. La dissolution cétonique additionnée d'eau acidulée a donné 24^g d'une poudre cristalline qui a été purifiée par cristallisations successives dans l'acide acétique, et dans le benzène.

On obtient ainsi des aiguilles *à peine jaunâtres* qui après dessiccation à 110° fondent à 195°-197° (bain 190°) en donnant un liquide rouge rubis. Ce corps est soluble dans le benzène, le xylène, le chloroforme, l'acide acétique, la pyridine, l'alcool amylique, l'acétone, peu soluble dans les alcools méthylique et éthylique, insoluble dans la ligroïne et l'éther de pétrole. Toutes les dissolutions dans ces liquides ont des colorations variant du jaune citron au rouge. Dans l'acide sulfurique concentré, il se dissout en vert émeraude, et reprécipite inaltéré par l'eau. L'analyse donne des résultats correspondant à la composition $C^{27}H^{18}O$ soit $\begin{matrix}C^6H^5\\C^6H^5\end{matrix}\!\!>C=C\!<\!\!\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\!\!>CO$. Les rendements en produit pur sont d'environ 50 pour 100 de la théorie. Nous avons fait des déterminations ébullioscopiques du poids moléculaire et obtenu les résultats suivants :

Dissolvant.	Poids du dissolvant.	Concentration. I.	Concentration. II.	P.M. trouvés. I.	P.M. trouvés. II.	Calculé.	
Acétone	$37^g,36$	0,8682	1,2973	967	829	pour ($C^{27}H^{18}O$)	358
Benzène	42,45	1,0470	1,5990	920	757	($C^{27}H^{18}O)^2$	716
Bromure d'éthylène.	57,10	0,6769	1,0277	351	345	($C^{27}H^{18}O)^3$	1074

Nous avons donc affaire à un trimère se dissociant sous l'action des dis-

solvants, et cela d'autant plus que la concentration va en croissant, et le point d'ébullition du dissolvant s'élève. La coloration des dissolutions qui passe du jaune clair (acétone, concentration I) au jaune brun (bromure d'éthylène, concentration II) permet de suivre la dissociation moléculaire. Le corps donne avec le benzène une combinaison se décomposant facilement dans le vide à température ordinaire et correspondant à la composition $(C^{27}H^{18}O)^3 + 2C^6H^6$.

Il ne se combine pas au bromure d'éthylène.

Pensant que la polymérisation pouvait être due à l'HCl qui se dégage pendant la réaction, nous avons opéré, soit en présence de quinoléine, soit en présence de marbre pulvérisé, dans le xylène. Les résultats obtenus ont été identiques.

Nous avons ainsi obtenu, dans la série de l'anthracène, le corps correspondant au diphénylquinométhane de Bisztrizky et Herbst dans la série benzénique. Nous le dénommerons diphénylanthraquinométhane, ou diphénylméthylèneanthraquinone. Par sa préparation, aussi bien que par sa propriété, étant lui-même blanc, de donner des solutions colorées, il se rapproche du diphénylbiphénylèneéthène de Kaufmann [1]. Les rapports de l'intensité de coloration des dissolutions et de la grandeur moléculaire marquent d'autre part une analogie avec les dérivés nitrosés vrais de la série grasse.

En chauffant à 250° le dihydrure d'anthracène 9,10 (1^{mol}) avec du chlorure de benzophénone (2^{mol}) en vue d'obtenir le tétraphényldiméthylèneanthraquinone, il y a dégagement d'acide chlorhydrique, et nous avons isolé en petite quantité, à côté d'anthracène, un corps cristallisant en aiguilles blanches fusibles au-dessus de 300°, dont nous poursuivons l'étude.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la réduction des alcools primaires non saturés de la série grasse par les métaux-ammoniums.* Note de M. E. **Chablay**, présentée par M. A. Haller.

Nous avons montré [2] que les ammoniums alcalins réagissent sur les alcools saturés d'après l'équation générale suivante :

$$2R.OH + 2AzH^3 - Na = 2R.ONa + H^2 + 2AzH^3.$$

(1) *Ber.*, t. XXIX, p. 73 et 739.

(2) E. Chablay, *Comptes rendus*, t. CXL, p. 1343 et 1396.

Les alcools non saturés se comportent différemment; ils donnent bien aussi, avec les métaux-ammoniums, des alcoolates, mais l'hydrogène formé dans cette réaction réagit, soit totalement, soit en partie, sur une nouvelle molécule d'alcool pour donner le carbure éthylénique correspondant d'après le mécanisme suivant :

$$2C^nH^{2n}O + 2AzH^3 - Na = C^nH^{2n-1}ONa + NaOH + C^nH^{2n} + 2AzH^3.$$

Nous donnerons dans cette Note nos résultats concernant les alcools monoéthyléniques et nous étudierons successivement l'alcool allylique et le citronellol.

Alcool allylique. — Nouveau mode de formation et de préparation du propylène. La réaction est excessivement énergique, aussi est-il bon de maintenir l'appareil à basse température (— 40° environ). En vertu de la fonction alcool primaire la décoloration du métal-ammonium est immédiate; il se forme un produit solide très blanc constitué par un mélange d'allylate et d'hydrate alcalins; en même temps il se dégage un carbure que nous avons identifié avec le propylène. Ce gaz possède, en effet, l'odeur alliacée caractéristique de cette série; il brûle avec une flamme éclairante un peu fuligineuse et est absorbé très rapidement par le brome, l'alcool absolu et l'acide sulfurique concentré. L'analyse eudiométrique lui assigne la formule C^nH^{2n}.

Par les méthodes et les appareils que nous avons précédemment décrits [1] il nous a été facile d'étudier cette réaction quantitativement. Pour 1^{mol} d'alcool allylique il se forme $0^{mol},5$ de propylène et 1^{at} de métal alcalin entre en réaction; nous avons, en effet, trouvé dans plusieurs expériences les chiffres suivants :

Pour 1^{mol} d'acool allylique :	$0^{mol},497$	$0^{mol},504$	$0^{mol},501$	de propylène.
» »	$1^{at},06$	$1^{at},02$	$1^{at},04$	de sodium.

Le produit solide obtenu selon notre méthode générale de préparation des alcoolates correspond à la formule $C^3H^6O^2Na^2$; ce corps peut être considéré soit comme un mélange d'allylate et d'hydrate de sodium et sa formule serait :

$$CH^2 = CH - CH^2ONa + NaOH,$$

soit comme le dérivé bisodé du propane diol 1-3: $CH^2ONa - CH^2 - CH^2ONa$. Or cette dernière hypothèse doit être rejetée, car le produit solide décomposé par l'eau donne de l'alcool allylique et non du propane diol 1-3. La formule suivante rend compte de la réaction :

$$2\begin{array}{c}CH^2\\ \|\\ CH\\ |\\ CH^2OH\end{array} + 2AzH^3Na = \begin{array}{c}CH^2\\ \|\\ CH\\ |\\ CH^2ONa\end{array} + NaOH + \begin{array}{c}CH^2\\ \|\\ CH\\ |\\ CH^3\end{array} + 2AzH^3$$

Cette réaction des métaux-ammoniums sur l'alcool allylique peut être

(1) E. Chablay, *Comptes rendus*, t. CXLII, p. 93.

utilisée avantageusement pour la préparation du propylène; en partant d'alcool allylique pur, on obtient du propylène pur avec des rendements théoriques. Il suffit de faire tomber goutte à goutte de l'alcool allylique dans une solution de métal-ammonium au moyen d'un dispositif facile à imaginer; 2^{mol} ou 116^g d'alcool allylique peuvent ainsi fournir $22^l,32$ de propylène à $0°$ et 760^{mm}.

Citronellol. — Dans l'action des métaux-ammoniums sur le citronellol, une partie seulement de l'hydrogène réagit conformément à la formule générale indiquée plus haut. La formule de constitution du citronellol étant :

$$\begin{array}{l} CH^3 - \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{C}} = CH - CH^2 - CH^2 - \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{CH}} - CH^2 - CH^2 - OH \end{array}$$

nous avons pensé qu'il devait se produire le carbure correspondant qui serait le diméthyl-2-6-octène-2

$$\begin{array}{l} CH^3 - \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{C}} = CH - CH^2 - CH^2 - \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{CH}} - CH^2 - CH^3 \end{array}$$

Nous avons en effet obtenu un hydrocarbure se présentant sous la forme d'un liquide mobile, incolore, doué d'une odeur agréable lorsqu'il est récemment distillé. Il bout à 168°-169° sous 760^m; sa densité à 0° est de 0,789, à 22°,5 elle est de 0,777; son indice de réfraction $n_D = 1,4484$ à 22°,6. Avec ces données, si l'on calcule la réfraction moléculaire d'après la formule $\frac{n^2-1}{n^2+2}\frac{p}{d}$ on trouve le nombre 48,27; calculée d'après les nombres de Brühl pour la formule $C^{10}H^{20}$ avec une double liaison elle serait de 47,73. Enfin l'analyse élémentaire nous a fourni les résultats suivants :

Calculé pour $C^{10}H^{20}$.	Trouvé.	
C = 85,71	C = 85,47	C = 85,62
H = 14,28	H = 13,37	H = 13,40

Nous n'avons obtenu qu'une faible quantité de ce carbure, aussi attribuons-nous à une impureté les écarts que nous donne l'analyse. Néanmoins, sans affirmer dès maintenant que nous sommes en présence du diméthyl-2-6-octène-2, les résultats obtenus nous semblent suffisants pour nous permettre de le supposer. Nous nous proposons d'ailleurs de préparer ce carbure en plus grande quantité, afin d'établir nettement sa composition et sa constitution.

Ces faits montrent que les métaux-ammoniums peuvent fournir avec les

alcools non saturés des réactions réductrices intéressantes, l'oxhydrile (OH) étant remplacé par un atome d'hydrogène. Nous avons étudié déjà un certain nombre de ces réactions sur d'autres alcools non saturés de la série grasse et de la série aromatique; nous ferons connaître nos résultats dans la suite. L'hydrogénation étant due à la formation préalable d'alcoolate, il s'ensuit que seul le métal alcalin entre en jeu, il n'y a pas transformation en amidure comme pour les dérivés halogénés des carbures. Ce fait nous a amené à étudier de plus près l'action des métaux alcalins sur ces alcools; nous avons constaté que les mêmes réductions se produisent, mais avec moins d'intensité; ainsi l'alcool allylique traité par le sodium fournit un mélange d'hydrogène et de propylène, tandis que le sodammonium ne donne que du propylène.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Transformation en cétones de quelques α-glycols secondaires-tertiaires et transposition de l'hydrobenzoïne.* Note de MM. **Tiffeneau** et **Dorlencourt**, présentée par M. A. Haller.

De l'étude comparée des glycols et de leurs halohydrines faite par l'un de nous [1] il résulte que la transformation de ces composés en aldéhydes ou cétones s'accompagne de migrations moléculaires lorsque l'oxhydrile qui subsiste est voisin d'un C^6H^5.

Comme la transposition moléculaire de l'hydrobenzoïne en diphénylacétaldéhyde semble être parmi les α-glycols un cas isolé, nous avons cherché à vérifier si la condition ci-dessus énoncée est à la fois nécessaire et suffisante. Sur quelques glycols ne répondant pas à cette condition, nous avons vérifié une fois de plus qu'elle est nécessaire.

C'est ainsi que le diéthylméthylglycol $(C^2H^5)^2C(OH) - CHOH - CH^3$ et le diphénylméthylglycol $(C^6H^5)^2C(OH) - CHOH - CH^3$ se transforment par SO^4H^2 au quart en acétones $(C^2H^5)^2 - CH - CO - CH^3$ et $(C^6H^5)^2CH - CO - CH^3$. La réaction doit en effet être formulée comme suit :

$$RR - COH - CHOH - CH^3 \rightarrow RRC = COH - CH^3 \rightarrow RRCH - CO - CH^3$$

et l'on voit que chez l'alcool intermédiairement formé l' (OH) est toujours au voisinage d'un radical aliphatique.

(1) Tiffeneau, *Comptes rendus*, t. CXLII, p. 1537.

Le diéthylméthylglycol $(C^2H^5)^2 - COH - CHOH - CH^3$ a été préparé par action du bromure d'éthylmagnésium sur le lactate d'éthyle, il bout à 194°-197° à la pression ordinaire, $d_{20} = 0,957$. Chauffé avec SO^4H^2 au quart, il donne la diéthylacétone $(C^2H^5)^2 CH CO CH^3$ bouillant vers 137°-138° dont la semicarbazone fusible à 98° a été identifiée avec celle formée par la diéthylacétone.

Le diphénylméthylglycol s'obtient en faisant réagir le lactate d'éthyle sur le bromure de phénylmagnésium. Recristallisé plusieurs fois dans l'alcool il fond à 96°. L'acide sulfurique au quart le transforme en diphénylacétone $(C^6H^5)^2 CH - CO - CH^3$ fusible à 45°-47°. La semicarbazone de cette cétone est fusible à 165°-166°. Pour l'identification de ces derniers composés on a préparé la diphénylacétone par oxydation du diphénylpropanol secondaire obtenu lui-même par action de la diphénylacétaldéhyde sur l'iodure de méthylmagnésium.

Chez les autres glycols que nous avons étudiés l'oxhydrile qui subsiste au moment de la tranformation est voisin du groupe phényle et cependant aucune transposition moléculaire n'a été observée.

Le diéthylphénylglycol $C^6H^5 - CHOH - COH(C^2H^5)^2$ fusible à 89° a été préparé par action de $BrMgC^2H^5$ sur l'éther phénylglycolique. L'acide sulfurique le transforme en isopentylphénylcétone $C^6H^5CO - CH(C^2H^5)^2$ (ébullition 230°-236°) dont la semicarbazone fond à 179°.

La méthyl- et l'éthylhydrobenzoïne ont été préparées par action de $IMgCH^3$ et de $BrMgC^2H^5$ sur la benzoïne $C^6H^5 - CO - CHOH - C^6H^5$.

La méthylhydrobenzoïne $C^6H^5 - CHOH - C(OH)(CH^3)C^6H^5$, fusible à 104°, se transforme par SO^4H^2 en méthyldésoxybenzoïne (ébullition 193° sous 25^{mm}) dont la semicarbazone fond à 194°.

L'éthylhydrobenzoïne $C^6H^5CHOH - C(OH)(C^2H^5)C^6H^5$, fusible à 117°, fournit par action de l'acide sulfurique au quart l'éthyldésoxybenzoïne

$$C^6H^5 - CO - CH(C^2H^5)C^6H^5$$

dont la semicarbazone fond à 167°.

Chez ces trois derniers glycols, la transformation s'est vraisemblablement effectuée comme suit :

$$C^6H^5 - CHOH - C(OH)RR' \rightarrow C^6H^5 - C(OH) = CRR' \rightarrow C^6H^5 - CO - CHRR',$$

de sorte que, malgré la présence d'un C^6H^5 au voisinage de l'oxhydrile persistant, il n'y a pas eu migration.

Ainsi donc, pour que les transformations des α-glycols bisecondaires ou secondaires-tertiaires en acétones soient accompagnées de migrations moléculaires, il ne suffit pas que l'alcool intermédiairement formé possède un radical aromatique au voisinage de son oxhydrile, il faut encore que la

fonction alcool transitoire ne soit pas une fonction vinylique comme dans les composés de la forme $ArC(OH) = CRR'$.

On conçoit dès lors que c'est seulement pour les glycols de la forme $Ar - CHOH - CHOH - Ar$ que l'alcool intermédiaire $Ar - CHOH - \overset{}{\underset{\|}{C}} - Ar$ pourra s'isomériser avec transposition moléculaire comme chez les iodhydrines correspondantes où l'enlèvement de HI donne également

$$Ar - CHOH - \underset{\|}{C} - Ar.$$

On conçoit de même, par contre, que les glycols

$$ArRC(OH) - CHOH - R'$$

ne pourront se déshydrater qu'en donnant l'alcool intermédiaire

$$ArRC = C(OH) - R',$$

lequel s'isomérise sans transposition, alors que les iodhydrines correspondantes $ArR - C(OH) - CHI - R'$ perdront HI en donnant l'alcool intermédiaire isomère $ArRC(OH) - \underset{\|}{C} - R'$, lequel s'isomérise avec transposition en $R - CO - CHArR'$.

La transposition de l'hydrobenzoïne se rapproche donc d'une façon générale de celle des iodhydrines aromatiques, mais elle constitue parmi les glycols un cas isolé dont on conçoit cependant très nettement la particularité.

MINÉRALOGIE. — *Sur l'isomorphisme du chlorate et du nitrate de potassium.* Note de M. **Jean Herbette**, présentée par M. de Lapparent.

On admet généralement que, si un corps A est dimorphe et si sous l'une de ses formes il est isomorphe d'un corps B, ce corps B doit lui-même être dimorphe et posséder une seconde forme isomorphe de la seconde forme de A. Tel est le cas des sulfates de fer et de zinc étudiés par M. Lecoq de Boisbaudran.

Comme on le sait, le nitrate de potassium, qui est terbinaire à la température ordinaire, cristallise en rhomboèdres microscopiques et instables lorsqu'on évapore une goutte de sa dissolution; quant au chlorate, il n'est connu jusqu'à présent que sous une forme binaire, très voisine d'un rhomboèdre. La parenté de cette forme quasi-ternaire du chlorate avec la

forme ternaire du nitrate, et l'existence, entre ces formes, d'une série de mélanges isomorphes, ont été établies par Mallard ([1]). Il restait à savoir si le chlorate présentait une seconde forme, analogue à la forme terbinaire du nitrate.

Non seulement nous n'avons pu obtenir cette seconde forme, mais encore nous n'avons même pu constater l'existence d'une seconde série de mélanges isomorphes, répondant à la forme terbinaire du nitrate. Si l'on fait, par exemple, cristalliser à 16° une solution contenant, pour 100^g de nitrate, 15^g de chlorate, on voit se déposer des individus de deux sortes : les uns, binaires quasi-ternaires, renfermant 65 pour 100 de chlorate, les autres absolument identiques aux cristaux terbinaires de nitrate et ne renfermant pas trace de chlore. Si donc il y a, comme l'a écrit Mallard, isomorphisme entre la forme instable du nitrate et la seule forme connue du chlorate, il n'existe pour le chlorate aucune forme analogue à la forme stable du nitrate.

Cette particularité est à rapprocher d'une observation qui a été faite précédemment sur des tartrates alcalins : il existe, on le sait, deux formes de tartrate hydraté de thallium ([2]), l'une isomorphe du tartrate hydraté de potassium (dont une seule forme est connue), l'autre sans relation avec lui. Sous cette seconde forme, le tartrate de thallium se dépose pur, nous avons pu le constater, dans une solution qui contient une grande quantité de tartrate de potassium.

Ces phénomènes n'offrent pas seulement un intérêt théorique. On peut les mettre à profit quand il s'agit de séparer deux corps isomorphes contenus dans la même dissolution. Il suffit, si l'un des corps présente une forme étrangère à l'autre, d'amorcer avec cette forme, ou d'opérer la cristallisation dans des conditions particulièrement favorables à son développement, pour isoler du premier coup le corps qui est seul capable de la revêtir.

L'étude des cristaux mixtes de chlorate et de nitrate de K nous a permis de faire une autre constatation.

Mallard avait signalé qu'une solution renfermant à la fois ces deux sels arrivait, après avoir déposé des cristaux mixtes quasi-ternaires, à fournir des rhomboèdres. Nous n'avons, pour notre part, obtenu des rhomboèdres que par l'évaporation rapide

([1]) MALLARD, *Bull. Soc. Min.*, t. VII, 1884, p. 356.

([2]) *Comptes rendus,* t. CXL, 1905, p. 1649.

d'une goutte de solution; encore ces rhomboèdres sont-ils très instables, et se transforment-ils, dès qu'on les touche, en cristaux terbinaires, avec élimination de chlorate. Mais sur les cristaux binaires quasi-ternaires que donne l'évaporation lente d'une solution, nous avons pu suivre la variation progressive des angles à mesure que la teneur en nitrate augmentait dans les individus.

Dans cette variation, comme on le verra par le Tableau suivant, l'angle (001) — (1̄11) passe de la valeur qu'il a dans le chlorate à une valeur très voisine de celle qu'a, dans le nitrate, l'angle correspondant; mais l'angle (1̄11) — (111̄), déjà plus grand dans le chlorate que l'angle correspondant du nitrate, s'accroît encore à mesure que la proportion de ce dernier sel s'accroît.

		Cristaux contenant en NO^3K pour 100				
Faces.	ClO^3K pur.	21,0.	25,75.	27,0.	35,0.	NO^3K pur.
(001) — (1̄11)	74°25′	74°11′	73°50′	73°39′	73°25′	73°30
(1̄11) — (111̄)	75°38′	76° 7′	76°10′	76°27′	77°30′	73°30

Ce phénomène montre une fois de plus, comme l'ont constaté en d'autres cas M. Groth (¹) et M. Stibing (²) et comme nous l'avons fait voir nous-même à propos des tartrates de thallium et de potassium, que les propriétés des cristaux mixtes, dans une série de mélanges isomorphes, ne sont pas nécessairement comprises entre celles des termes extrêmes de la série.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence de l'absorption des sucres sur les phénomènes de la germination des plantules.* Note de M. **W. Lubimenko**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Les plantes supérieures sont-elles capables de faire fermenter les sucres, même en présence de l'oxygène? Cette question a une grande importance dans la théorie de la respiration, depuis qu'on a su réaliser des fermentations par des levures préalablement tuées.

Tout d'abord, j'ai étudié les échanges gazeux d'embryons et d'endospermes ou albumens, cultivés séparément, sur l'eau distillée, en les comparant aux échanges gazeux de leur ensemble dans la graine pendant les sept premiers jours de la germination. Les plantes étudiées sont : *Pinus*

(¹) Groth, *Dissertation*, 1868.
(²) Stibing, *Zeitschr. f. Kryst.*, t. XLI, 1906, p. 611.

Pinea, P. silvestris et *Zea Mays*. On obtient les variations suivantes du quotient respiratoire :

	CO²/O, pendant les jours de germination successifs :						
	1er.	2e.	3e.	4e.	5e.	6e.	7e.
Pinus Pinea.							
Embryons........	0,86	0,81	0,78	0,72	0,66	0,61	»
Endospermes.....	0,86	0,81	0,78	0,77	0,71	0,67	»
Graines entières...	0,76	0,79	0,73	0,96	0,86	0,71	0,79
Zea Mays.							
Embryons........	1,41	0,87	0,83	0,77	0,75	0,68	0,66
Albumens........	1,06	1,00	0,93	0,86	0,75	0,69	0,66
Graines entières...	1,30	1,58	1,87	1,69	1,38	1,04	1,15

Ces nombres nous montrent que le quotient respiratoire chez les embryons et chez les endospermes ou albumens diminue très régulièrement et acquiert une valeur sensiblement constante vers le sixième ou le septième jour.

Au contraire, chez les graines entières, les variations du quotient sont moins régulières; on remarque une augmentation de celui-ci à une certaine époque (vers le troisième ou le quatrième jour), et vers le sixième ou le septième jour, il devient plus élevé que le quotient des embryons et des endospermes ou albumens du même âge.

La comparaison attentive des chiffres ci-dessus met en lumière l'existence d'un phénomène général qui augmente le quotient respiratoire des graines entières en germination, qu'elles soient oléagineuses ou amylacées. Cette augmentation du quotient est moins prononcée chez les graines oléagineuses à cause de l'oxydation des huiles.

Comme on le sait, la quantité des sucres des graines amylacées ou oléagineuses s'accroît sensiblement pendant la germination. Pour étudier l'influence des sucres sur le quotient respiratoire, j'ai fait des cultures stérilisées d'embryons de *Pinus Pinea* séparés et placés dans un air où, même à la fin de l'expérience, il restait une assez grande proportion d'oxygène. Ces embryons se développaient donc en plantules dans des conditions qui excluent la respiration intramoléculaire (ou fermentation propre).

Tableau donnant les principaux résultats des expériences.

Nos d'expériences.	Milieu nutritif.	Durée des expériences (en jours).	Volumes des gaz échangés par 1g de poids sec d'embryons (en centim. cubes).		$\frac{CO^2}{O}$.		Variations de poids sec pour 100 du poids sec avant la germination.	
			CO^2 dégagé.	O absorbé.	Sur l'eau.	Sur les sucres.	Augmentation.	Diminution.
1.	Eau......................	10	53,0	62,8	0,84	»	»	7,19
	Saccharose à 10 pour 100...	»	101,0	58,4	»	1,73	4,40	»
	» ...	»	126,3	62,0	»	2,06	1,52	»
	» ...	»	121,0	64,3	»	1,88	2,33	»
2.	Eau......................	16	108,8	146,8	0,74	»	»	18,50
	Saccharose à 10 pour 100...	»	200,8	117,8	»	1,70	3,40	»
	» ...	»	218,9	135,9	»	1,61	7,90	»
3.	Eau......................	18	107,3	144,5	0,74	»	»	18,00
	Glucose à 4 pour 100	»	188,0	134,4	»	1,40	»	3,00
	»	»	177,5	136,2	»	1,30	»	2,90
	»	»	183,6	138,6	»	1,31	»	0,50
4.	Eau......................	18	126,2	176,2	0,71	»	»	13,10
	Lévulose à 4 pour 100	»	180,4	155,0	»	1,16	»	4,30
	»	»	186,9	160,6	»	1,16	»	9,90
	»	»	201,8	159,0	»	1,26	»	»
5.	Eau......................	13	87,5	115,0	0,76	»	»	12,80
	Galactose à 4 pour 100....	»	147,5	139,1	»	1,06	4,30	»
	»	»	154,0	148,5	»	1,04	5,80	»
	»	»	158,1	144,7	»	1,09	3,10	»
6.	Eau......................	13	71,1	88,5	0,87	»	»	10,60
	Maltose à 4 pour 100.....	»	103,6	118,6	»	0,87	»	1,10
	»	»	124,9	129,2	»	0,96	»	0,54
7.	Eau......................	10	64,9	87,0	0,75	»	»	12,30
	Lactose à 4 pour 100......	»	75,3	90,3	»	0,83	»	2,60
	»	»	86,8	104,4	»	0,83	»	3,90
	»	»	102,4	133,4	»	0,77	»	6,90
8.	Eau......................	10	94,2	133,6	0,70	»	»	10,70
	Arabinose à 4 pour 100...	»	80,0	91,6	»	0,86	»	5,40
	» ...	»	85,2	106,8	»	0,80	»	5,20
	» ...	»	96,2	124,2	»	0,77	»	2,00

Comme on le voit, les embryons du *Pinus Pinea* augmentent en poids sec à l'obscurité sur le saccharose et le galactose. Sur tous les autres sucres le poids sec diminue, mais sensiblement moins que sur l'eau. Les quotients respiratoires sont très élevés sur le saccharose, moins élevés respectivement sur le glucose et le lévulose et, enfin, très peu élevés sur galactose, maltose, lactose et arabinose. En comparant les volumes de gaz échangés, nous voyons que la quantité d'oxygène absorbé sur le saccharose, le glucose, le lévulose reste voisine de la quantité absorbée sur l'eau distillée; par

conséquent, les quotients très élevés dans les cultures sur ces sucres ne peuvent être expliqués que par une fermentation semblable à la fermentation des levures.

Et en effet, si l'on distille le liquide nutritif, à la fin de l'expérience on distingue bien l'odeur de l'alcool; on sent la même odeur en chauffant les embryons germés sur ces sucres et préalablement lavés dans l'eau.

Avec les autres sucres employés, on n'observe cette odeur ni dans le liquide, ni dans les embryons.

Ainsi donc, dans ces expériences, *la fermentation alcoolique se produisait à l'air libre*.

En résumé, les expériences précédentes permettent d'énoncer la conclusion principale suivante :

Lorsqu'on réussit à faire absorber des sucres fermentescibles par une plante supérieure, celle-ci provoque la fermentation alcoolique de ces sucres, même en présence de l'oxygène.

Autrement dit, dans ces conditions, la plante supérieure se comporte physiologiquement comme une levure placée dans des conditions aérobies.

PHYSIOLOGIE. — *Variations des échanges nutritifs sous l'influence du travail musculaire développé au cours des ascensions.* Note de MM. **H. Guillemard** et **R. Moog**, présentée par M. Armand Gautier.

Nous nous sommes proposé de rechercher si le travail développé au cours de l'ascension intervenait dans la genèse des phénomènes que nous avons observés pendant notre séjour au sommet du mont Blanc et relatés dans une Note précédente (diminution de la diurèse, élaboration exagérée de substances alcaloïdiques, etc.) ([1]).

Pour résoudre ce problème il s'agissait d'effectuer une ascension sensiblement équivalente à celle du mont Blanc au point de vue du travail musculaire, mais en se mettant à l'abri de la dépression atmosphérique, qui se fait graduellement sentir quand on s'élève en montagne. Nous avons pensé que la tour du Champ-de-Mars nous permettrait de réaliser cette expérience et nous devons à la bienveillance de M. Eiffel d'avoir pu mettre notre projet à exécution.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXLI, p. 843.

Les ascensions de la tour ont été faites par l'escalier jusqu'à la troisième plate-forme et les descentes ont été effectuées par l'ascenseur. Le 2 juin nous avons effectué six ascensions et le 3 juin sept. Enfin, l'un de nous, H. G..., est monté sept fois le 4 juin. La durée moyenne de l'ascension a été de 45 minutes; cette vitesse ne provoque pas d'essouflement, seulement une légère accélération du pouls. Le régime alimentaire a été maintenu rigoureusement fixe pendant toute la durée de l'expérience.

Il n'est pas possible d'établir d'une façon précise le rapport qui existe entre le travail musculaire produit pendant les ascensions à la tour et celui qui résulte d'une ascension en montagne ; mais nous estimons avoir accompli dans l'expérience précédente un travail sinon égal, au moins sensiblement équivalent à celui qu'exige l'ascension du mont Blanc, suffisant en tous cas pour modifier, dans le même sens, les phénomènes de nutrition. Remarquons d'ailleurs que le temps nécessaire pour s'élever d'une hauteur donnée est sensiblement le même, soit à la tour, soit en montagne. En effet, une expérience prolongée a montré que l'on ne saurait, sans éprouver une fatigue excessive, effectuer à la tour plus d'une montée à l'heure (277^{m}) quand on doit répéter l'ascension pendant plusieurs heures consécutives. D'après cette donnée, le temps nécessaire pour s'élever de Chamonix (1050^{m}) au mont Blanc (4810^{m}) devrait être de 14 heures environ ; c'est en effet la durée moyenne de l'ascension.

On a recueilli l'urine de 24 heures de chacun des deux observateurs pendant la période d'ascensions ainsi que pendant les jours qui ont précédé et suivi et l'on y a dosé l'urée, l'azote total et l'azote alcaloïdique. Les résultats analytiques rapportés à 24 heures sont résumés dans le Tableau suivant :

		Moyennes avant les ascensions.	Moyennes pendant les ascensions.	Moyennes après les ascensions.
Volume.	G........	1023$^{cm^3}$	1258$^{cm^3}$	1053$^{cm^3}$
	M........	710$^{cm^3}$	990$^{cm^3}$	970$^{cm^3}$
Urée.	G........	26^{g},667	32^{g},053	26^{g},579
	M........	23^{g},907	29^{g},973	25^{g},939
Azote total.	G........	14^{g},277	17^{g},200	14^{g},111
	M........	12^{g},741	15^{g},831	13^{g},954
Azote alcaloïdique.	G........	0^{g},306	0^{g},334	0^{g},300
	M........	0^{g},298	0^{g},356	0^{g},344
Rapport azoturique (¹).	G........	87,07	86,97	87,89
	M........	87,48	88,24	86,78
Rapport azote-alcaloïdique (¹).	G........	2,17	1,95	2,13
	M........	2,33	2,24	2,47

(¹) Ces nombres sont rapportés à 100^{g} d'azote total.

On voit que le volume d'urine a légèrement augmenté pendant la période d'ascensions; il n'y a pas eu d'oligurie les jours suivants.

L'urée et l'azote total ont subi une notable augmentation pendant la période d'ascensions ainsi qu'on l'observe en général lorsque le travail musculaire détermine une accélération de la respiration et du pouls; de plus leurs variations sont à peu près parallèles, car le rapport azoturique ne présente aucune variation caractéristique; au cours des jours suivants les nombres sont revenus très sensiblement à la normale.

L'azote alcaloïdique présente une légère augmentation pendant la période de travail; mais le rapport azote-alcaloïdique subit une diminution sensible; il y a également retour à la normale dans les jours qui suivent.

On peut conclure de ces résultats que le travail musculaire développé au cours des grandes ascensions n'influe que fort peu sur la nutrition; il ne suffit nullement en tous cas à expliquer les phénomènes observés au mont Blanc, phénomènes uniquement imputables aux conditions spéciales du climat de haute altitude et en particulier à la dépression atmosphérique.

MÉDECINE. — *Disparition momentanée des trypanosomes du Nagana chez des chiens infectés*. Note de MM. **Gabriel Roux** et **Léon Lacomme**, présentée par M. A. Chauveau.

Dans une Note présentée à la séance de l'Académie du 28 mai 1906, MM. Rodet et Vallet ont rapporté une série d'expériences qui démontrent que chez des animaux naganés la rate est un actif foyer de destruction des trypanosomes; de plus, *in vitro*, la rate paraîtrait exercer *un pouvoir trypanolytique*.

Ceci nous a servi de point de départ aux expériences que nous allons rapporter :

Chien n° 1. — Inoculé le 8 juin 1906 avec du *Trypanosoma Brucei*. Le 16 les trypanosomes ont fait leur apparition dans le sang et sont en assez grande quantité; il suffit, en effet, d'examiner une goutte de ce liquide pour en voir plusieurs dans le champ du microscope.

A cette date (16 juin 1906) nous inoculons ce chien sous la peau avec une émulsion de rate de bœuf préparée de la façon exposée plus loin; la dose inoculée est de 20^{cm^3}.

Le 18, nous recherchons les trypanosomes dans le sang, l'examen microscopique ne permet d'y déceler aucun trypanosome.

L'examen est fait journellement et jusqu'au 23 reste négatif; à cette date on voit réapparaître les parasites et l'affection suit son cours normal.

Observations. — L'inoculation sous-cutanée de rate a produit chez le chien une infection qui a provoqué au niveau de l'inoculation un abcès phagédénique. Pendant les premiers jours qui ont suivi l'ouverture de l'abcès des microbes (staphylocoques) ont été vus dans le sang.

CHIEN N° 2. — Inoculé le 21 juin avec du *Trypanosoma Brucei.* Les trypanosomes font leur apparition dans le sang le 27 et sont très facilement décelables au microscope.

Le 28 inoculation de 20^{cm^3} d'émulsion de rate sous la peau.

Le 1er juillet on ne trouve plus de trypanosomes dans le sang.

Observation. — Un abcès est en voie de formation.

PRÉPARATION DE L'ÉMULSION DE RATE. — On prend une rate de bœuf aussi fraîche que possible (dans le cas n° 2 nous l'avons prise au moment même de la mort du bœuf), on la broie au broyeur Latapie, et l'on dilue le produit de broyage dans de l'eau salée stérilisée à $\frac{7}{1000}$ dans les proportions : eau salée 3, rate 1, ceci évalué en volume.

CHIEN N° 3. — Inoculé avec du *Trypanosoma Brucei* le 21 juin. Les trypanosomes sont présents et décevables au microscope, dans le sang, le 27.

Le 28, on inocule dans une saphène 20^{cm^3} du liquide obtenu après centrifugation de l'émulsion de rate préparée comme ci-dessus.

Le 1er juillet, les trypanosomes ont disparu.

RÉFLEXIONS. — Le phénomène observé ci-dessus de la disparition momentanée des trypanosomes dans le sang de chiens infectés avec ce protozoaire et ayant reçu, après constatation de la présence du parasite, une émulsion de rate de bœuf est absolument nouveau, mais il concorde très bien avec l'observation antérieure de MM. Rodet et Vallet qui ont mis en évidence le pouvoir trypanolytique de la rate.

L'infection microbienne surajoutée chez les chiens nos 1 et 2, laquelle s'est traduite par la formation d'un abcès à allure phagédénique, a-t-elle eu une influence sur la disparition des trypanosomes, ou doit-on considérer cette dernière comme ayant été le résultat direct de l'injection de rate ? Ce sont là deux questions que des expériences en cours nous permettront de résoudre à bref délai. D'autre part, au cas où l'injection de rate seule devra être incriminée, pourra-t-on, par des injections répétées d'émulsion de cet organe, faire disparaître définitivement les trypanosomes du sang des chiens infectés ?

C'est là un des éléments du problème qui ne tardera pas à être connu, grâce aux expériences en cours, instituées en vue de ce résultat.

L'inoculation au chien n° 3 de liquide de rate centrifugé qui n'a produit,

jusqu'à ce jour, aucune trace d'infection microbienne, tend à démontrer que l'émulsion de rate seule a une action certaine sur la disparition des trypanosomes, puisque, dans ce dernier cas, les trypanosomes ont totalement disparu le troisième jour après l'injection intra-veineuse.

GÉOLOGIE. — *Sur les phénomènes de recouvrement du Djebel Ouenza (Constantine) et sur l'existence de nappes charriées en Tunisie.* Note de M. **Pierre Termier**, présentée par M. A. de Lapparent.

Voici plusieurs années que, frappé des anomalies tectoniques que l'on rencontre, presque à chaque pas, dans l'étude du sous-sol de la Tunisie et du département de Constantine, je cherche un argument décisif et irréfutable en faveur de l'existence, dans ce pays, de nappes charriées plus ou moins analogues à celles des Alpes. Mes recherches étaient jusqu'ici demeurées vaines et, à l'opinion nettement exprimée par M. Pervinquière (¹) au sujet de la simplicité de la tectonique tunisienne, je ne pouvais opposer que des raisons d'ordre général, insuffisantes pour entraîner la conviction.

Il y a quelques jours, visitant le Djebel Ouenza, sur les confins de la Tunisie et de l'Algérie, j'ai enfin trouvé les phénomènes de recouvrement que je cherchais.

L'Ouenza (²), dont le point culminant est à 1289^{m} au-dessus de la mer, est un dôme, ou une sorte de cloche, formée de calcaires aptiens brusquement redressés et dominant de haut la plaine environnante. Cette plaine, où serpente l'Oued Mellègue, est à l'altitude moyenne de 500^{m}. Le sous-sol y est constitué, soit par les marnes cénomaniennes (et albiennes), soit par les gypses, argiles et dolomies du Trias. D'autres dômes, moins vastes, mais très analogues, surgissent çà et là de la même plaine : l'Harraba, le Bou-Kadra, le Lajbel, le Slata, etc., tous construits en calcaires aptiens.

Le dôme de l'Ouenza est allongé dans la direction du Nord-Est. Sa longueur est d'environ 12 kilomètres; sa largeur, de 4 kilomètres seulement. Assez simple sur son

---

(¹) L. Pervinquière, *Étude géologique de la Tunisie centrale,* Paris, 1903, p. 333-335. On trouvera dans L. de Launay, *Les richesses minérales de l'Afrique*, p. 341, un écho des conversations que j'ai eues, à ce sujet, avec tous les géologues qui se sont occupés, dans ces derniers temps, de l'Afrique du Nord.

(²) Feuille XXVIII (Djebel Harraba) de la Carte de Tunisie à $\frac{1}{100000}$, publiée par le Service géographique de l'Armée.

versant sud, il se divise, sur le versant nord, en deux anticlinaux, l'un très aigu, l'autre très surbaissé, séparés par un repli synclinal. Anticlinaux et synclinal *s'ennoient* rapidement vers le Nord-Est. L'anticlinal aigu correspond à l'arête principale de la montagne (points 1196 et 1028 de la Carte). La voûte surbaissée correspond à une chaîne de collines, dont l'une est le Koudiat-Sauda. C'est dans l'intérieur de cette voûte qu'est logé le grand gîte d'hématite, dit *gîte de l'Ouenza,* lequel provient, à l'évidence, d'une substitution locale, dans l'Aptien, de la sidérose au calcaire.

Or la voûte surbaissée du Koudiat-Sauda *s'ennoie,* au Nord-Est, sous le Trias. Au Sud, les calcaires aptiens qui en forment l'extrados, graduellement raplanis, *passent sous le Trias*. Au Nord, les mêmes calcaires *plongent encore sous le Trias*. On peut faire, sans cesser de fouler le Trias (argiles, gypses, ophites, dolomies), la moitié du tour de la voûte et le Trias est ici à la place qui, régulièrement, devrait être occupée par l'Albien et le Cénomanien. Dans le repli synclinal qui sépare les deux anticlinaux, le Cénomanien apparaît un instant et c'est lui, alors, qui s'enfonce sous le Trias. Plus loin, à l'Ouest, le Cénomanien s'écrase entre Aptien et Trias, et l'anticlinal aigu (grande arête de l'Ouenza) *s'ennoie,* au Nord-Est, sous le Trias, tout comme la voûte du Koudiat-Sauda. Le manteau de Trias faisait jadis le tour entier du dôme. On en voit des lambeaux, çà et là, sur les versants ouest et sud, tantôt collés à l'Aptien, tantôt posés sur le Cénomanien. Le Trias se comporte nettement comme ferait, dans une série régulière, un terrain plus jeune que le Cénomanien, et transgressif sur le Cénomanien et sur l'Eocrétacé.

Le même Trias, très développé sur les deux rives du Mellègue, s'en va, plus au Nord, notamment au Djebel Ouasta, *supporter le Sénonien*.

Le Trias de la Tunisie et de la région orientale du département de Constantine n'est pas le *substratum* général, le terrain le plus profond parmi tous les terrains connus. Il n'est le *substratum* que du Crétacé supérieur et de l'Éocène; et il surmonte, tout au contraire, l'Éocrétacé et le Cénomanien, à la façon d'un dépôt transgressif.

Il y a donc, dans la région en question, deux séries stratigraphiques : une série profonde formée par l'Éocrétacé et le Cénomanien et, jetée sur elle à la façon d'un manteau en loques, une autre série dont la base est le Trias, et qui comprend le Sénonien (parfois aussi le Turonien) et l'Éocène. Au Trias s'associe, çà et là, le Jurassique.

Tout s'explique alors : et la liaison mystérieuse du Trias et du Sénonien et les étirements capricieux de la série supérieure et l'apparition du Trias

sur les flancs des dômes *et l'incohérence des plissements*, qui ne vont jamais d'accord avec la forme et la situation des lambeaux triasiques. Il n'y a plus d'anomalies. Les plissements tunisiens sont des *plissements du second degré*, des plissements de nappes.

La Tunisie est un *pays de nappes* et cette conclusion, qui s'étend à la Sicile, d'après MM. Lugeon et Argand, ne saurait manquer de s'étendre aussi à la plus grande partie de l'Algérie. Il est probable que la nappe décrite, en Sicile, par MM. Lugeon et Argand, nappe qui repose sur l'Éocène, est supérieure à la nappe du Trias tunisien.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur l'inclinaison magnétique terrestre aux époques préhistoriques*. Note de M. **Paul-L. Mercanton**, présentée par M. Mascart.

J'ai appliqué, en y employant un magnétomètre très sensible, la méthode de Folgheraiter à l'étude de l'état magnétique de quelques vases d'argile cuite des époques préhistoriques, pour essayer d'en déduire le sens et tout au moins l'ordre de grandeur de l'inclinaison magnétique terrestre au moment de leur cuisson.

Des vases examinés deux (Musée royal de Munich) étaient d'âge néolithique (Robenhausen, Hammerau), quatre (Musée de Lausanne) dataient du bel âge du bronze (1500-1250 av. C.) (Lac de Neuchâtel), onze de l'époque de Hallstatt (800-600 av. C., Haute-Franconie, Haut-Palatinat) (Musée de Munich). Tous ces vases étaient de fabrication locale, assez grossière, faits à la main sans tour, irrégulièrement cuits. Tous présentaient une ou deux anses assez saillantes pour imposer la quasi-certitude qu'ils avaient été cuits dans leurs positions de station normale, dressés sur leurs bases.

J'ai tracé, pour un certain nombre de points des pourtours de la base et de la bouche, aux extrémités d'un même méridien, les courbes des déviations magnétométriques. L'examen de ces courbes, fait par moi et corroboré par M. Folgheraiter, montre sans ambiguïté que, pour tous les vases étudiés, le champ (terrestre) magnétisant était peu incliné sur l'axe du vase; que pour tous, à l'exception d'un seul, la polarité nord prévalait à la base, la polarité sud à la bouche.

Eu égard aux défauts d'homogénéité de la composition des vases et de leur cuisson, on pourrait craindre que leur état magnétique n'ait changé avec le temps, bien que, pour les vases de l'antiquité historique, Folgheraiter ait démontré la stabilité parfaite

de l'aimantation. Je me suis assuré, par l'expérience directe, que le champ coercitif pour les vases de l'âge du bronze était compris entre 200 et 400 fois environ la valeur du champ terrestre actuel.

Je formulerai donc les conclusions suivantes :

A l'époque néolithique (Robenhausen) l'inclinaison magnétique terrestre était probablement forte et boréale, en Suisse.

A l'époque du bronze (1500-1250 av. C.) elle était très probablement forte et boréale en Suisse (Corcellettes).

A l'époque de Hallstatt (800-600 av. C.) l'inclinaison magnétique terrestre était, selon toutes probabilités, forte et boréale (les onze cas concordent) en Bavière septentrionale.

Ce dernier cas paraît en contradiction avec cette conclusion de M. Folgheraiter qu'en Étrurie régnait, au VIIIe siècle avant notre ère, une inclinaison australe et plutôt faible.

Cette divergence ne paraît pouvoir être tranchée que par l'examen de nouvelles collections céramiques.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les trajectoires des corpuscules électriques dans l'espace sous l'influence du magnétisme terrestre, avec application aux aurores boréales et aux perturbations magnétiques.* Note de M. **Carl Störmer**, présentée par M. H. Poincaré.

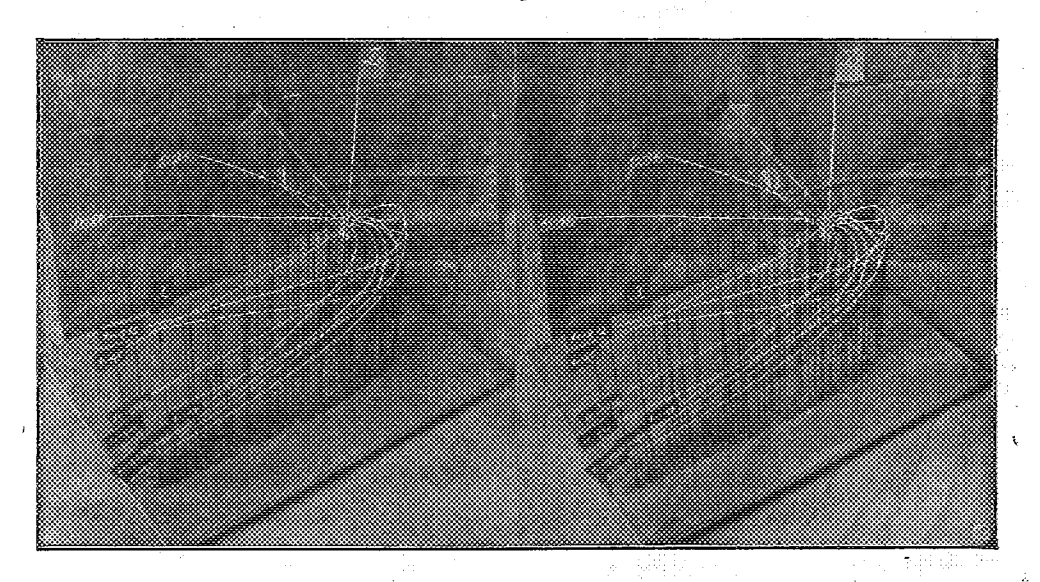
Dans une Note précédente (*Comptes rendus*, t. CXLII, p. 1580), j'ai énoncé un théorème fondamental sur les trajectoires passant par l'origine. A l'aide de ce théorème j'ai fait calculer toute une suite de ces trajectoires (pour des corpuscules s'approchant de l'origine), correspondant à une série de valeurs de γ comprises entre 0 et -1.

Sur le modèle ci-après on peut voir les formes de 12 des trajectoires calculées, dans leurs parties intérieures ($r < 6$). Pour chacune d'elles, la constante φ_0 est choisie de manière à ce que $\varphi = 0$ pour le point situé à la distance $S = 28,8434$ de l'origine correspondant à la distance du Soleil; le modèle ne tient compte que des trajectoires arrivant à l'origine du côté des z positifs et pas de leurs symétriques par rapport au plan des xy.

Pour faciliter les explications qui vont suivre, introduisons quelques notations : Désignons par M_γ le point de la trajectoire où $r = S$, et soit D_γ la direction de la tangente en ce point. Soient ensuite ψ_γ la valeur de l'angle ψ au point M_γ et Φ_γ la variation totale de l'angle φ entre M_γ et l'origine.

Tandis qu'on obtient une idée assez nette des formes des trajectoires passant par l'origine pour $-0,93 \lesseqgtr \gamma \lesseqgtr 0$, cela n'aura plus lieu pour les valeurs de γ comprises entre $-0,93$ et -1. En effet, la multitude de formes est ici immense; il y a, par exemple, des trajectoires qui s'approchent de l'origine en spirales pour s'en écarter ensuite et cela une ou plusieurs fois avant d'y pénétrer. Cependant toutes ces trajec-

Fig. 1.



Photographie stéréoscopique de 12 trajectoires par l'origine.
La longueur de $c = 1$ est indiquée sur l'axe des x.

toires ont certains traits communs. L'angle Φ_γ, par exemple, est négatif et dépasse 270° en valeur absolue, et l'angle θ_γ (angle que fait la direction D_γ avec le plan des xz) varie entre $-3°30'$ et $-4°30'$.

Autour des trajectoires passant par l'origine s'enroulent des trajectoires s'approchant de l'origine aussi près qu'on voudra sans l'atteindre, en formant des espèces de spirales analogues aux lignes géodésiques d'un cône de petite ouverture.

Voyons maintenant quelles conséquences nous pourrons en tirer pour les aurores boréales et pour les perturbations magnétiques.

Cela posé, pour obtenir les trajectoires dans l'espace, il faut, comme nous l'avons vu, agrandir les trajectoires mentionnées plus haut dans le rapport $c = 1$, où $c = \sqrt{\frac{M}{H_0 \rho_0}}$, M étant $= 8,52.10^{25}$. Leurs dimensions et, par suite, l'aspect général du phénomène dépendront donc dans une large mesure de $H_0 \rho_0$, c'est-à-dire de la nature des corpuscules. Si l'on prend

$H_0\rho_0 = 315$, ce qui correspond aux rayons cathodiques ordinaires, on trouve la valeur immense $c = 5^{cm}, 2.10^{11}$, c'est-à-dire entre 13 et 14 fois la distance de la Terre à la Lune.

En raison de la petitesse de la Terre par rapport à c, il n'y a que les trajectoires très voisines de celles passant par l'origine qui arrivent à la Terre. A chaque position relative entre la Terre et le point d'émanation (par exemple, la tache solaire), c'est-à-dire à chaque valeur de l'angle ψ_γ correspond alors une série de directions distinctes D_γ telles que les corpuscules jetés dans ces directions arrivent à la Terre tandis que les autres n'y arrivent pas. Les calculs et la théorie font voir que les directions D_γ et leur nombre varient extrêmement avec l'angle ψ_γ; donc à mesure que ψ_γ varie avec le temps, l'aspect du phénomène peut varier énormément et par changements brusques, ce qui est un trait général, aussi bien pour les aurores boréales que pour les perturbations magnétiques. Les périodes diurnes et annuelles de ces phénomènes trouvent probablement leur explication par la variation des directions D_γ avec le temps.

Quant aux régions de la Terre atteintes par les corpuscules il faudrait tenir compte de la vraie formule du potentiel magnétique pour les déterminer en détail; d'après l'approximation adoptée ils seront situés à l'intérieur de deux ceintures entourant l'axe magnétique dans les régions polaires et correspondant aux zones de fréquence maximum des aurores boréales (ces ceintures seront plus éloignées de l'axe magnétique, c'est-à-dire plus près des tropiques, si c est plus petit, c'est-à-dire si $H_0\rho_0$ est plus grand).

Considérons un faisceau de rayons à peu près parallèles, émanés dans une des directions D_γ. Pour certaines valeurs de ψ_γ une petite variation de ψ_γ donnera lieu à une variation relativement grande de Φ_γ; alors, arrivés à la Terre, les rayons du faisceau seront distribués dans une bande étroite dont les rayons suivent les lignes de forces magnétiques et qui sera normale aux méridiens magnétiques. Cela aura lieu pour une infinité de valeurs de γ entre $-0,7$ et -1; les premiers sont environ $-0,72$ et $-0,929$. Entre $-0,93$ et -1 il y a même des séries de pareilles valeurs de γ auxquelles correspond à peu près une même valeur de ψ_γ, ce qui peut donner lieu simultanément à une série de bandes aurorales parallèles et situées l'une derrière l'autre, correspondant aux diverses directions d'émanation D_γ.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur l'aurore boréale*. Note de **M. P. Villard**, présentée par M. Violle.

M. Störmer a récemment traité ([1]), d'une manière purement analytique, le problème de l'aurore boréale en admettant que le phénomène est produit par des rayons cathodiques émanant du Soleil. Je crois utile de préciser à ce sujet quelques points de la théorie que j'ai précédemment donnée et de montrer qu'elle permet de discuter l'origine des rayons en question.

Le problème de l'aurore, déjà abordé en 1901 par M. Riecke, paraît difficile à traiter par l'Analyse seule : des simplifications s'imposent qui peuvent supprimer certaines conditions très importantes et les équations peu maniables auxquelles on arrive ne mettent pas en évidence la structure rayonnée, c'est-à-dire périodique, de l'aurore boréale et sa rotation autour de l'axe magnétique du Globe.

Des considérations géométriques très simples appliquées d'abord au cas d'un rayon cathodique situé dans le plan équatorial du champ terrestre ([2]) permettent au contraire de prévoir, avec une rigueur très suffisante, les caractères fondamentaux que présentera sa trajectoire (*fig.* 1).

Le phénomène essentiel du décalage de chaque spire par rapport à la précédente apparaît immédiatement et fait prévoir qu'un seul faisceau cathodique suffira à former la totalité de l'aurore, ce qui établit, entre les divers rayons auroraux, le lien qui peut seul expliquer leur distribution périodique dans l'espace. On voit en même temps que toutes les spires, de diamètre variable avec le champ, formeront une rosace dont le diamètre moyen sera au contraire constant. On prévoit ainsi que la distance du point d'émission à l'axe sera connue si l'on peut évaluer le diamètre de l'enroulement général qui passera nécessairement par le point dont il s'agit. Une variation d'intensité du champ, modifiant le diamètre des spires et non celui de la rosace qu'elles constituent, fera évidemment varier le nombre de spires contenues dans un tour complet de l'enroulement. De là une rotation de la rosace qui s'enroulera ou se déroulera

---

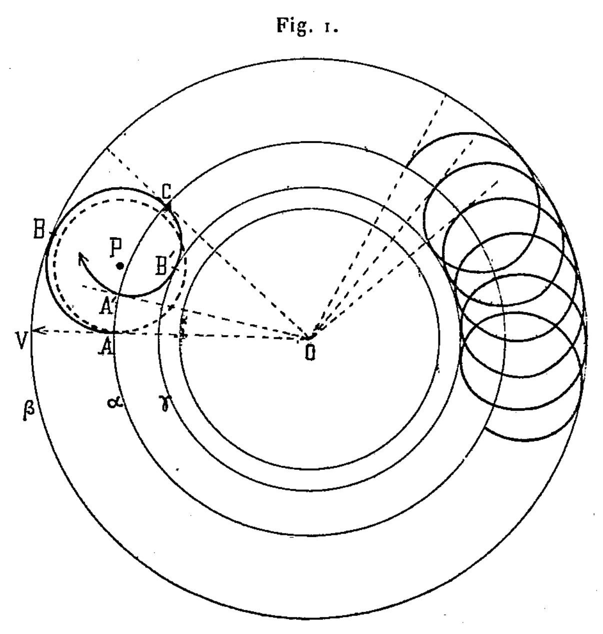
([1]) *Comptes rendus,* 25 juin 1906.

([2]) C'est à ce cas que se rapportait la photographie que j'ai publiée dans ma précédente Note (11 juin). Une transposition typographique de la phrase désignant la figure en question l'attribuait par erreur au cas d'un rayon de direction oblique aux lignes de force.

autour de l'axe du champ, sans changer de diamètre. Ces prévisions ont été vérifiées par l'expérience.

De ce cas particulier, qui est celui d'une aurore plane contenue dans l'équateur magnétique, on passe aisément au cas général d'un rayon cathodique de direction

Fig. 1.



Enroulement doublement périodique dans le plan équatorial du champ magnétique terrestre. Un corpuscule lancé suivant AV rencontre des champs décroissants et parcourt, au lieu de la circonférence P, une courbe ABC ayant un rayon de courbure maximum en B; rencontrant ensuite des champs plus intenses qu'entre α et β, il décrit l'arc CB'A' ayant un rayon minimum en B'. D'où le décalage AA'. En A', la direction est de nouveau radiale, la vitesse est demeurée constante et une nouvelle spire recommence. A droite est figuré l'enroulement conforme à la photographie déjà publiée. Le lieu des points AA'... est indépendant du champ.

quelconque. Au lieu d'une spirale plane, on aura une nappe de révolution, décrite en zigzag par le faisceau cathodique, en vertu du décalage indiqué plus haut, décalage qui se produira également ici, et du rebroussement imposé aux hélices cathodiques par la convergence des lignes de force près des pôles. Pour compléter la description que j'ai déjà donnée de cet enroulement, je publie simplement les photographies qui le représentent (*fig.* 2 et 3).

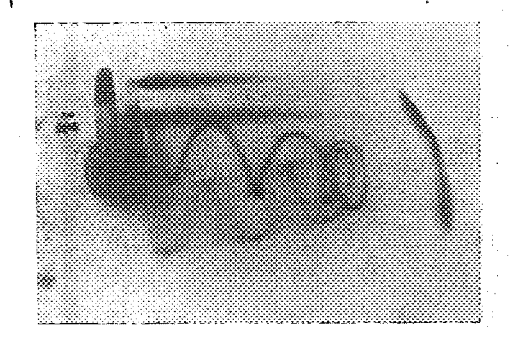
Ces résultats permettent de discuter l'origine des rayons cathodiques auroraux.

1° Ces rayons ne peuvent quitter le Soleil si cet astre possède un champ

magnétique sensible. En effet, ils formeraient autour de l'axe de ce champ la nappe en zigzag et ne pourraient s'éloigner [1].

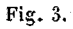
2° En tenant compte de la rotation du Soleil en vingt-cinq jours et de la

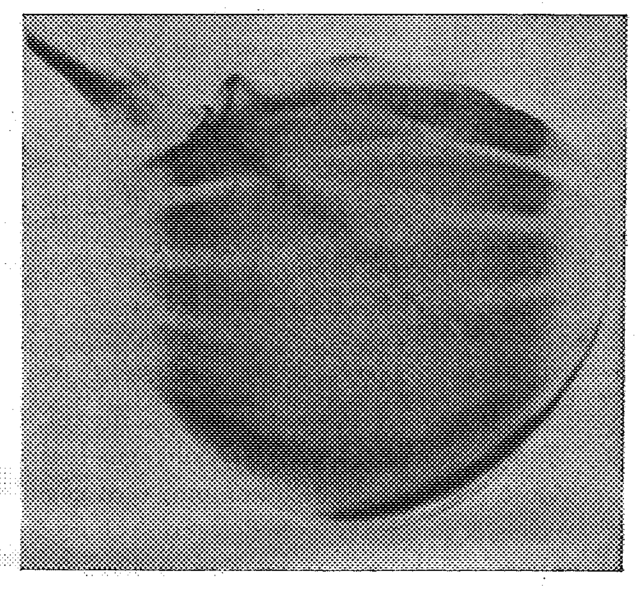
Fig. 2.



Enroulement cathodique dans un champ non uniforme (rebroussement et décalage).

Fig. 3.





Nappe cathodique en zigzag limitée par deux parallèles magnétiques constituant les arcs auroraux. (En diagonale les rayons de J.-J. Thomson donnant la direction d'émission.)

valeur du champ terrestre à quelques millions de kilomètres de la Terre, on voit aisément qu'un faisceau cathodique, tournant avec le Soleil, ne produirait qu'une aurore de durée très courte.

3° La nappe en zigzag constituant l'aurore doit contenir le lieu d'émission, c'est-à-dire le Soleil. Elle aurait au minimum 300 millions de kilomètres de diamètre. Or, même à l'équateur, les rayons auroraux ne sont qu'à quelques centaines de kilomètres du sol. Donc le lieu d'émission est nécessairement terrestre.

---

[1] De même, dans l'expérience de la figure 3, les rayons ne peuvent arriver à la paroi de l'ampoule. Ils sont, en quelque sorte, emprisonnés par le champ.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les prétendues lois de répartition mensuelle des tremblements de terre.* Note de M. F. de Montessus de Ballore, présentée par M. de Lapparent.

Il est peu de questions aussi controversées que celle de la répartition mensuelle des tremblements de terre et il ne s'en publie guère de catalogue, petit ou grand, qui ne se complète de la recherche des mois à maximum et à minimum de fréquence séismique, tant est encore restreint le nombre des séismologues qui nient toute relation périodique des secousses du sol avec le retour des saisons. En général on affirme un maximum hivernal et un minimum estival, ces deux qualificatifs entendus de large façon, autrement dit saisons froide et chaude. C'est déjà, par cette simple remarque, enlever beaucoup d'importance à une soi-disant périodicité, que, chose plus grave, on s'efforce d'expliquer par des influences météorologiques sur les ébranlements du sol. Cette manière de voir n'a rien de fondé, au moins en ce qui concerne les macroséismes, ou les tremblements de terre sensibles à l'homme, tant ces théories sont contradictoires entre elles et font intervenir des actions hors de proportion avec les effets à expliquer, qu'il s'agisse des variations barométriques, thermométriques, anémométriques, ou de celles de la distance de la Terre au Soleil, ou des précipitations de pluie, de neige, etc. Nous avons déjà (*Comptes rendus*, t. CXI, 1891, p. 500; *Arch. Sc. ph. nat. Genève*, t. V, 1891, p. 15) montré que ces lois n'ont aucune réalité soit parce qu'elles sont loin d'être générales, soit parce que le rapport du minimum au maximum et celui de leur différence au nombre total des séismes tendent respectivement vers 1 et 0 lorsque l'on considère des Catalogues de plus en plus riches en nombres de séismes. La ténacité avec laquelle ces lois sont énoncées justifie une fois de plus leur réfutation au moyen d'une remarque intéressante, résultant de l'examen comparatif d'un grand nombre de Catalogues particuliers, correspondant à 75737 séismes, en apparence seulement, car ils ont des parties communes; on peut estimer à 60000 environ le nombre des séismes différents qu'ils renferment, ce qui permet de fixer les idées sur l'étendue réelle de la statistique entreprise. Les 81 Catalogues partiels utilisés se classent comme il suit, suivant qu'ils correspondent à des régions au nord ou au sud du parallèle de 45°, et que le maximum apparent de fréquence tombe d'octobre à mars, ou d'avril à septembre.

	Maximum de fréquence séismique apparente tombant d'octobre à mars.	Maximum de fréquence séismique apparente tombant d'avril à septembre.
Latitude supérieure à 45°...	90 pour 100	10 pour 100
Latitude inférieure à 45°...	47 pour 100	49 pour 100 (4 pour 100 n'est ni maximum, ni minimum).

Ainsi, les régions qu'on peut qualifier de septentrionales (latitude supérieure à 45°) manifestent une énorme prédominance de cas pour lesquels la fréquence séismique apparente tombe pendant la saison froide, tandis qu'au contraire les régions méridionales (latitude inférieure à 45°) paraissent indifférentes à ce point de vue.

Ce résultat est facile à interpréter. On sait d'une part que le nombre des légères secousses est, dans une énorme proportion, de beaucoup plus considérable que celui des secousses violentes, ou simplement fortes, et d'autre part qu'un observateur à l'abri d'une habitation et au repos perçoit beaucoup mieux ces faibles secousses que s'il est au dehors et en état d'activité, cela dans un rapport qui n'est certainement pas inférieur au double. Or, dans les régions septentrionales, c'est justement pendant la saison froide, d'octobre à mars, que l'on passe le plus de temps inoccupé et sous abri, tandis que dans les régions méridionales les conditions restent à peu près les mêmes toute l'année. Ainsi ces conditions physiologiques plus ou moins favorables à l'observation des tremblements de terre concordent avec le Tableau précédent et donnent la clef d'un maximum séismique hivernal apparent qui ne correspond à aucune réalité : *les tremblements de terre se produisent également en toute saison.*

M. **Jeanty Nanges** signale l'obtention d'un *Hybride d'un raisin indigène et d'un raisin américain.*

A 4 heures et quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

G. D.

ERRATA.

(T. CXLII, séance du 25 juin 1906.)

Note de M. *Ponsot*, Photographie interférentielle; variation de l'incidence, lumière polarisée :

Page 1507, ligne 1 en remontant :

Dans la relation $\lambda' = \frac{\lambda}{\cos i_1}$, il a été omis, dans le deuxième membre, le facteur $\frac{n'}{n}$, rapport des indices correspondants, lequel rapport, voisin de l'unité, est négligé dans les calculs.

(T. CLXIII, séance du 2 juillet 1906.)

Note de M. *A. Gautier*, Action de l'hydrogène sulfuré sur quelques oxydes métalliques et métalloïdiques. — Applications aux phénomènes volcaniques et aux eaux thermales :

Page 10, ligne 10 en remontant, *au lieu de* CO^s, *lisez* COS.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 JUILLET 1906,

PRÉSIDENCE DE M. H. POINCARÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur l'absorption de l'azote par les substances organiques, déterminée à distance sous l'influence des matières radioactives;* par M. **Berthelot**.

1. J'ai poursuivi les essais comparatifs entre les réactions chimiques provoquées par l'influence des matières radioactives, telles que le radium, et les réactions provoquées par l'effluve électrique, par la lumière et par la chaleur. Ces essais ont été continués à l'aide d'un échantillon pesant $0^g,145$ et renfermant environ $0^g,020$ de chlorure de radium associé à du chlorure de baryum, échantillon qui m'avait été remis autrefois par le regretté Curie.

Je me suis attaché d'abord à rechercher s'il y avait fixation lente de l'azote libre sur les substances organiques, sous l'influence du radium; absorption qui se produit, d'après mes expériences, sous l'influence prolongée de l'effluve électrique et de l'électricité atmosphérique silencieuse.

2. L'échantillon salin renfermant du radium a été placé au fond d'un tube à essai fermé par un bout. Un peu au-dessus, à une distance de 15^{mm} environ, sans aucun contact avec le sel, on a disposé une feuille enroulée de papier blanc buvard, exempt de cendres et pesant $1^g,424$. Elle était maintenue par simple contact avec le tube. Çela fait, le tube a été étranglé dans sa partie supérieure et effilé avec précaution, à distance convenable du papier et sans l'altérer, ni même l'échauffer.

On a renouvelé l'air intérieur et jaugé à la trompe le volume que cet air

occupait dans le tube, soit $29^{cm^3},1$ ($t = 25°,8$; $H = 0^m,7505$). On a scellé l'effilure à la lampe.

Ce tube, entouré d'une double feuille de papier gris, a été posé verticalement dans un vase à précipité, et ce dernier renfermé dans l'obscurité d'une armoire close, le 26 juillet 1905.

Le 28 juin 1906, c'est-à-dire onze mois après, le tube étant demeuré aux températures ambiantes, on a ouvert l'armoire et examiné les produits.

On a extrait le gaz contenu dans le tube, à la trompe. Ce gaz, réduit à la température et à la pression initiales, occupait $17^{cm^3},0$; il contenait $1^{cm^3},5$ d'acide carbonique et $15^{cm^3},5$ d'azote, exempt d'oxygène et de tout gaz combustible : ce qui a été vérifié avec le concours du mélange tonnant additionné d'oxygène.

3. Il résulte de ces chiffres qu'il avait disparu $7^{cm^3},6$ d'azote ($0^g,0086$) et $6^{cm^3},0$ d'oxygène ($0^g,0078$).

La matière saline placée au fond du tube n'avait pas changé de composition; elle ne contenait ni oxacides de l'azote, ni sels ammoniacaux.

Le papier au contraire avait été altéré, surtout dans sa portion inférieure, située à une distance de 15^{mm} environ au-dessus de la matière saline. Son bord inférieur avait jauni, à la façon du papier ayant subi un commencement d'action calorifique ou de combustion. Cette circonstance répond à $1^{cm^3},5$ d'acide carbonique formé aux dépens de $0^{mg},8$ de carbone et de $2^{mg},1$ d'oxygène; indépendamment de cette dernière fraction, il y avait eu $5^{mg},7$ d'oxygène fixé sur le papier; soit 4 millièmes environ de son poids.

Une partie de l'azote a été également fixée sur le papier : comme il vient d'être dit, elle s'élevait aux 6 millièmes du poids de la cellulose. Elle a formé des composés spéciaux, non dosables exactement par la méthode Kjeldahl; pas plus d'ailleurs que ne l'est d'une façon générale l'azote fixé sous l'influence de l'effluve électrique par les matières organiques : les composés formés par cette voie étant parfois de l'ordre des corps azoïques et de l'azotite d'ammoniaque, d'après mes expériences antérieures (¹).

Je rappellerai que, lors de ces derniers essais, le papier placé dans une atmosphère d'azote pur avait absorbé en 8 heures 2 centièmes environ de son poids, avec commencement de décomposition (²). Je rappellerai également que j'ai observé des fixations analogues d'azote sur les hydrates de carbone sous l'influence de l'électricité atmosphérique silencieuse nor-

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XXVI, p. 69, 70.

(²) Même Recueil, p. 62.

male agissant en temps ordinaire, sans orages, ni étincelles; et que j'ai constaté une absorption d'azote du même ordre sous l'influence de faibles tensions électriques constantes, prolongées pendant sept mois (¹).

Il résulte de l'expérience qui vient d'être décrite, que les matières radioactives se comportent, dans une certaine mesure, à la façon de l'effluve électrique pour déterminer la fixation de l'azote et celle de l'oxygène sur les composés organiques.

4. La fixation de chacun de ces deux éléments est déterminée d'ailleurs par des radiations inégalement pénétrantes.

En effet la fixation de l'azote sur le papier est produite par des radiations traversant l'air, mais non le verre; car le papier gris qui entourait le tube dans l'expérience précédente n'avait pas fixé d'azote.

Cependant ces radiations avaient provoqué dans le verre traversé et au dehors diverses réactions, déjà signalées par les observateurs, et dont j'ai fait une nouvelle étude. Telle est d'abord, dans le verre du tube contenant le radium, une coloration noire, attribuable à la formation de sulfures métalliques et de métaux réduits dans l'épaisseur de ce verre; coloration accompagnée d'ailleurs d'une faible teinte violacée qu'elle masquait. C'est donc un second ordre d'effets provoqués dans le verre par des radiations plus pénétrantes que celles qui fixent l'azote.

La coloration noire ainsi produite disparaît lorsqu'on chauffe vers le rouge le verre qui la présente.

Je rappellerai que l'anhydride iodique I^2O^5, et l'acide azotique pur, AzO^3H, sont également décomposés lentement, même dans l'obscurité, par l'action du radium exercée à travers le verre (²); phénomènes analogues à ceux que provoquent la lumière solaire et la chaleur, et attribuables à la phosphorescence continue du radium.

Les effets des radiations se propagent plus loin; dans l'expérience actuelle, elles ont encore traversé le papier et atteint, à une distance de plusieurs centimètres, le vase de verre extérieur, en y provoquant une coloration violette très intense, bien connue de toutes les personnes qui ont conservé des sels de radium dans des vases de verre. La coloration n'est pas simplement superficielle, comme je m'en suis assuré, en détruisant les deux surfaces de fragments d'un flacon épais de 4^{mm} qui l'avaient éprouvée; cette destruction ayant eu lieu soit par dépolissage au moyen de l'émeri,

---

(¹) *Chimie agricole et végétale*, t. I, p. 404, et surtout p. 415 et 421.

(²) *Annales de Chimie et de Physique*, 7ᵉ série, t. XXV, p. 463, 464.

soit par dissolution partielle et prolongée à chaud au moyen de l'acide fluorhydrique. Dans les deux cas, la teinte du fragment est demeurée la même sous toute son épaisseur. Elle disparaît par suite d'une réaction interne, lorsqu'on chauffe le verre vers le rouge.

Cette teinte est due à la présence du manganèse, comme je l'ai spécialement vérifié sur cet échantillon. Elle résulte de phénomènes d'oxydation, produits soit par interréaction de sels manganeux et d'oxydes intérieurs au verre, soit par oxydation des sels manganeux au moyen de l'oxygène de l'air, en vertu d'une sorte de cémentation lente. Les actions oxydantes ainsi constatées sont produites également, comme on sait, par la lumière solaire, agissant sur le verre. Dans le cas du radium, elles sont développées à la fois par les radiations qui traversent le verre, lesquelles y sont spécialement aptes, et par les radiations qui ne le traversent pas, comme le prouve la disparition de l'oxygène intérieur au tube.

D'après ces observations, les radiations émises par le radium manifestent dans leurs effets chimiques des effets de pénétrabilité inégaux, correspondant aux diversités signalées par les physiciens.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Photomètre spécial destiné à la mesure de la lumière circumsolaire. Emploi pendant l'éclipse totale du* 30 *août* 1905. Note de MM. **H. Deslandres** et **A. Bernard**.

Dans une Note précédente [1], l'un de nous a fait ressortir l'utilité d'une mesure précise et rapide de la lumière circumsolaire, dans la recherche de la couronne en dehors des éclipses. En même temps, il a signalé la nécessité de diminuer le plus possible, dans les appareils employés, la lumière parasite qui est diffusée par les rayons intenses du Soleil, et qui est l'une des causes principales des insuccès précédents. Il a préconisé l'emploi d'une petite lune artificielle, constituée par un disque opaque, perpendiculaire aux rayons, qui laisse derrière lui un cône d'ombre. La partie de l'appareil placée dans ce cône échappe aux rayons solaires et est éclairée seulement par la lumière circumsolaire.

La mesure de la lumière circumsolaire importe non seulement à la recherche de la couronne en dehors des éclipses, mais à toutes les recherches sur l'atmosphère solaire; elle donne l'intensité du voile lumineux qui pré-

---

[1] H. Deslandres, *Remarques sur la reconnaissance de la couronne solaire en dehors des éclipses totales* (*Comptes rendus*, t. CXL, avril 1905, p. 965).

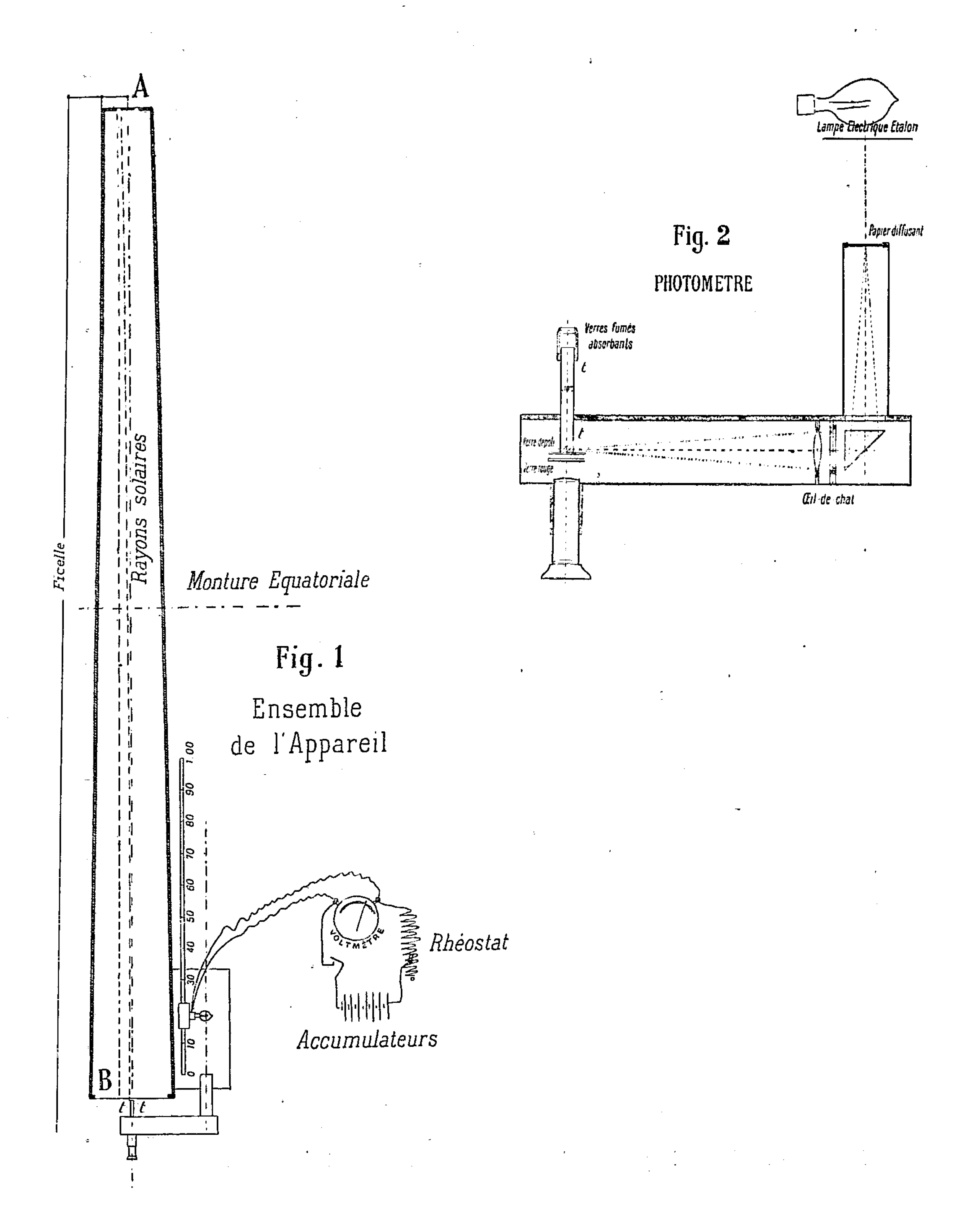


Fig. 1 Ensemble de l'Appareil

Fig. 2 PHOTOMETRE

cisément nous cache cette atmosphère. Elle est utile en particulier dans la reconnaissance des stations les plus favorables aux études solaires; la station la meilleure étant celle qui, toutes choses égales d'ailleurs, offre la lumière circumsolaire la plus faible (1).

C'est pourquoi nous avons organisé un photomètre spécial pour la mesure de l'anneau circumsolaire; il a été construit avec les crédits alloués pour l'observation de l'éclipse totale du Soleil du 30 août 1905 et employé pour la première fois pendant cette éclipse. Il devait relever les variations progressives de l'anneau du premier au quatrième contact et en particulier la quantité de lumière émise par la couronne seule pendant la totalité. Ce programme a été rempli en partie seulement, à cause du mauvais temps. En dehors des éclipses, l'appareil peut donner les variations que présente l'anneau, pendant une journée, pendant l'année et aux différents points du globe.

Son principe est simple : sur la ligne du centre du Soleil, on place le centre d'un petit disque opaque perpendiculaire aux rayons et, dans le cône d'ombre du disque, un petit tube noirci dont l'axe est sur la ligne du Soleil et qui présente, à son extrémité arrière, un verre dépoli. Une moitié de ce verre est éclairée par la lumière circumsolaire et l'autre moitié par une lampe étalon. On égalise les deux plages lumineuses en faisant varier l'éloignement de la lampe étalon et la largeur de son faisceau lumineux avec un œil de chat; la lumière circumsolaire est ainsi rapportée à la lampe étalon.

Le photomètre a été installé sur la lunette d'un équatorial de huit pouces, de l'Observatoire, dont l'objectif et l'oculaire ont été enlevés. Le corps de lunette, qui est en bois, est tronconique et long de $3^m,15$. Son petit bout, dirigé vers le Soleil et large de 150^{mm}, porte le disque opaque de 40^{mm} à 45^{mm}, placé au milieu d'une ouverture circulaire large de 71^{mm} (*voir* la partie A de la figure 1). Le disque est porté par un axe excentrique qui permet de le retirer et de le remettre très rapidement. A l'autre bout de la lunette, en B, sont le tube noirci *tt*, large intérieurement de 10^{mm}, le verre dépoli et le photomètre proprement dit qui se développe sur le côté. La disposition générale est indiquée sur les deux figures.

La lampe étalon est électrique et rendue constante par le maintien d'une différence de potentiel constante à ses bornes, grâce à l'emploi d'une batterie d'accumulateurs,

(1) Dans cette comparaison entre les stations, on suppose évidemment que toutes les mesures sont rapportées à une même intensité de la lumière du disque lui-même. Une autre condition importante à considérer est la netteté de l'image solaire.

d'un rhéostat et d'un voltmètre sensible [1]. Elle a été choisie à filament d'osmium (5 bougies, 8 volts), d'après le conseil donné par M. Fabry. Deux lampes au moins sont nécessaires : l'une, qui est le véritable étalon, est illuminée rarement; les autres servent couramment et sont comparées de temps en temps à la précédente. D'autre part, si, dans l'illumination du verre dépoli et de ses deux plages, on remplace le Soleil par une lampe Heffner-Alteneck, bien étalonnée, l'éclairement produit pour une position donnée de l'œil de chat et de la lampe électrique est aisément exprimable en lux ou en unités similaires.

Comme la lumière du ciel est souvent trop forte, on la diminue par des verres fumés absorbants, interposés, faciles à placer et à retirer, dont le pouvoir absorbant a été déterminé avec soin dans des expériences préliminaires. L'appareil peut ainsi mesurer des lumières circumsolaires d'intensités très différentes.

Les dimensions des pièces principales données ci-dessus sont telles que le tube noirci, le verre dépoli et même l'intérieur de la lunette, ne sont rencontrés par aucun rayon solaire [2]. Le verre dépoli est éclairé seulement par un anneau circumsolaire, que limitent des cercles concentriques au Soleil; au centre, ces cercles sont respectivement à 22′ d'arc du bord solaire et à 5′ ou 8′ d'arc, selon que le disque opaque a 40^{mm} ou 45^{mm} de diamètre. Cet anneau correspond donc à la partie la plus intéressante de la couronne solaire; or la recherche de la couronne en dehors des éclipses doit être poursuivie surtout avec les rayons de grande longueur d'onde et, dans la région lumineuse, avec les rayons rouges. Aussi avons-nous décidé de faire toutes les mesures de l'éclipse en lumière rouge, en interposant un verre de cette couleur entre le verre dépoli et l'oculaire.

Le photomètre et son équatorial ont été montés à Villargamar dans l'observatoire temporaire que nous avons organisé près de Burgos; le jour de l'éclipse, le 30 août 1905, les mesures ont été faites par M. Bernard, assisté de Mme Bernard. Malheureusement, pendant le phénomène et pendant la plus grande partie de la journée, le ciel a été couvert par des nuages d'épaisseur variable, qui laissaient entre eux de rares éclaircies et l'on n'a pu faire la belle série de mesures qui était projetée. Quelques résultats intéressants ont cependant été obtenus.

Avec le disque de 45^{mm}, le 27 août, par ciel assez pur, l'éclairement est

(1) Le galvanomètre est du type calorifique apériodique transportable (Hartmann et Braun) et a des indications très constantes, au moins lorsqu'il est soustrait aux agitations de l'air.

(2) Dans ces conditions, les rayons solaires ne peuvent donner lieu à une diffusion gênante.

représenté le matin vers 9^h par 420 et le soir à 4^h par 350 [1]; le 29, avec quelques nuages légers, l'éclairement est supérieur à 950. Le 30, à $11^h 41^m$, soit 3 minutes avant le premier contact, on a 390; puis les nuages interviennent et font osciller l'éclairement entre des nombres supérieurs et inférieurs au précédent, selon que les nuages sont légers ou opaques, et l'on ne suit que très grossièrement la décroissance imposée par la diminution progressive de l'astre. Au deuxième contact, le ciel est complètement couvert; puis, environ une minute après, une petite éclaircie se produit et l'éclairement de la couronne, découverte en partie seulement par le disque opaque, est trouvé égal à 0,015, beaucoup plus faible que l'éclairement en temps ordinaire. Mais cette mesure, faite dans des conditions difficiles, n'a pas une grande valeur; d'ailleurs, lorsque le disque a été retiré pour la mesure de la couronne entière, les nuages étaient revenus et la seconde partie de la mesure n'a pu être faite. Après le troisième contact, les nuages ont été encore irréguliers. Enfin, le 31 août, par ciel pur, l'éclairement était de 290 à 11^h du matin.

Les mesures de la lumière circumsolaire ont été reprises ensuite à Meudon avec le même appareil et dans toutes les couleurs du spectre [2]; elles ont donné les variations de l'éclairement aux diverses heures de la journée. L'appareil a été aussi employé à mesurer les éclats de différents points du ciel, plus ou moins éloignés du Soleil. Ces résultats seront publiés ultérieurement. D'ailleurs, l'appareil a été complété de manière à donner en plus les variations de la lumière solaire elle-même, aussi importantes à connaître que celles de la lumière circumsolaire; car on en déduit la proportion de la lumière émanée du Soleil qui est absorbée par notre atmosphère, les variations du Soleil en dehors de la Terre étant mises à part. A cet effet, le petit disque opaque est rejeté sur le côté et remplacé rapidement par un grand écran qui recouvre entièrement l'ouverture de la lunette et est percé au centre d'un petit trou rond (1^{mm} environ). Le verre dépoli reçoit alors la lumière émise par le centre du Soleil et la mesure de l'éclairement se fait comme précédemment.

En résumé, l'appareil donne l'intensité de l'anneau lumineux interposé

---

(1) L'unité de mesure adoptée est l'éclairement rouge produit à l'unité de distance par la lampe Hefner-Alteneck, d'une valeur égale à la bougie décimale, après la traversée du verre rouge.

(2) La mesure est faite dans le rouge pour la recherche de la couronne solaire, et dans le bleu et le violet pour la préparation des recherches photographiques sur le Soleil et son atmosphère.

entre nous et l'atmosphère solaire, et en plus l'absorption exercée par l'anneau sur cette atmosphère, absorption qui est parfois totale et qui, dans la très grande majorité des cas, égale l'absorption subie par la lumière du Soleil lui-même. L'appareil fournit ainsi deux éléments caractéristiques fort utiles dans toutes les études solaires et peut être considéré comme fondamental dans un observatoire consacré au Soleil. Il peut, d'ailleurs, prendre des formes différentes et le modèle, présenté aujourd'hui comme un premier essai, sera évidemment simplifié et amélioré (1).

Cet appareil, comme on l'a remarqué plus haut, peut servir à la reconnaissance des stations les plus favorables aux études solaires; mais alors il faut le rendre plus transportable. La lunette équatoriale qui a porté l'appareil en 1905 a été choisie, parce qu'elle était disponible; mais on peut construire un support équatorial beaucoup plus léger, avoir une lunette en aluminium plus courte de moitié, et un photomètre en proportion. Dans ces conditions, l'appareil serait employé aisément en montagne à mesurer les variations du Soleil et de la lumière circumsolaire aux diverses altitudes : il serait utilisé aussi en Algérie dans cette région, située à la limite des hauts plateaux et du désert, qui offre de si grands avantages pour les études astronomiques; une série de mesures précises, faites dans cette région, ferait connaître la station la plus favorable.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Monumenta pulveris pyrii, Reproductions of ancient pictures concerning the history of gunpowder, with explanatory notes,* by Oscar Guttmann.

2° Le 5e fascicule des *Mémoires concernant l'Histoire naturelle de l'Empire chinois,* Ouvrage publié par des missionnaires français et imprimé à Chang-Haï, à l'imprimerie de la mission. (Présenté par M. de Lapparent.)

3° *Le Bois,* par J. Beauverie, avec une Préface de M. Daubrée. (Présenté par M. Chatin.)

4° *Les Navires célèbres,* par W. de Fonvielle.

(1) Un photomètre du type Lummer-Brodhun aurait l'avantage d'une précision plus grande.

ASTRONOMIE. — *Étude sur l'appareil de M. Lippmann destiné à la mesure photographique des ascensions droites.* Note de MM. **W. Ebert** et **C. Le Morvan**, présentée par M. Lœwy.

On sait que cet appareil est destiné à fournir des clichés dont chacun porte, en même temps que les images des étoiles, une série de traits fins qui représentent les cercles horaires et qui se marquent automatiquement; de telle sorte que, le cliché terminé, il suffit de mesurer les distances des étoiles aux traits pour en déterminer les ascensions droites.

On sait également que l'appareil se compose d'une partie mobile qui reçoit les images des étoiles et d'une partie fixe qui fournit les images des cercles horaires. La partie mobile est une lunette photographique qui suit les étoiles; elle est entraînée par un mouvement d'horlogerie dont la marche est réglée par la pendule, grâce à un dispositif imaginé par M. Gautier. La partie fixe se compose d'un collimateur horizontal monté sur un pilier et dont l'axe est parallèle au méridien; au foyer de ce collimateur se trouve placée une fente verticale. Quand la fente est éclairée, les rayons émergents sont donc parallèles au méridien; ces rayons tombent sur un miroir cylindrique dont les génératrices sont perpendiculaires au méridien et qui a été taillé avec beaucoup de soin par M. Gautier. Les rayons réfléchis par le miroir cylindrique s'étalent par suite en une nappe plane; c'est-à-dire qu'ils sont tous parallèles au méridien et que leurs prolongements couperaient la sphère céleste suivant le méridien. Ces rayons eux-mêmes tombent sur l'objectif de la lunette photographique et fournissent sur la plaque une ligne focale très fine qui représente la trace du méridien. La fente verticale reçoit la lumière d'une lampe à arc, mais seulement pendant des intervalles de temps très courts, régulièrement espacés; les éclairs sont produits par un obturateur commandé électriquement par l'horloge, de telle sorte que, si l'éclair est produit, par exemple, tous les dix battements de la pendule, les traits marqués sur le cliché représentent les cercles horaires de dix en dix secondes de temps.

Si les réglages étaient exacts, si la nappe lumineuse était parfaitement plane et passait rigoureusement par le zénith et les pôles, la mesure des clichés donnerait sans correction les ascensions droites. Il va sans dire qu'il n'en peut être ainsi. Il faut donc déterminer, comme on le fait d'ordi-

naire, les constantes instrumentales relatives par des séries d'opérations spéciales, en s'appuyant sur les étoiles fondamentales observées.

Les premiers essais de l'appareil ont été faits ([1]) par MM. J. Mascart et W. Ebert. Depuis, on a modifié avantageusement plusieurs parties de l'instrument.

Le collimateur, qui était trop court, a été remplacé par un autre de $1^m,10$ de foyer; à la fente métallique a été substitué un trait fin tracé au diamant sur glace argentée.

Il en résulte une plus grande finesse de son image sur les clichés.

Il manquait un dispositif pour mesurer l'erreur de verticalité. On y a pourvu en plaçant un bain de mercure à couche mince au-dessous du miroir cylindrique; la nappe lumineuse réfléchie par le mercure donne naissance à un trait lumineux qui coïncide avec le trait principal si la verticalité est parfaite; dans tous les cas la mesure de la distance entre les deux traits fournit le terme de correction.

Pour certaines positions de la lunette les traits paraissaient dédoublés; en améliorant le réglage du collimateur on a fait disparaître ce dédoublement. Enfin l'image des étoiles du foyer est surmontée d'une petite croix; les images n'en sont pas moins symétriques. La croix tient à l'interposition du miroir cylindrique et surtout des bras qui le soutiennent; elle paraît due à un phénomène de diffraction.

Avec ces dispositions nous avons réalisé un grand nombre de clichés et nous avons l'honneur d'en présenter quelques-uns à l'Académie. La finesse des images est suffisante pour qu'un pointé isolé se fasse très aisément à une fraction de seconde d'arc près, c'est-à-dire que l'erreur d'un pointé isolé est très inférieure à $0^s,06$. Cette erreur diminuerait par l'emploi des moyennes.

L'erreur personnelle dans l'évaluation du temps n'intervient pas, ce qui est le but même de l'appareil. Le fonctionnement en est automatique; le rendement en travail est plus grand qu'avec la lunette méridienne, le nombre des étoiles fixées croissant avec le diamètre de l'objectif. Enfin deux corrections disparaissent : on n'a pas à s'inquiéter des variations de la longueur focale; d'autre part, les déformations produites par l'objectif sont éliminées, car les images des étoiles et de la fente, étant produites par un même objectif, subissent les mêmes déviations. Il nous semble que l'appareil peut rendre de grands services pour déterminer la position d'astres à diamètre apparent, tels que Saturne et la Lune.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXL, 1er semestre 1905, p. 1314.

ASTRONOMIE. — *Détermination rigoureuse de deux constantes instrumentales qui interviennent dans certaines observations méridiennes.* Note de M. H. RENAN, présentée par M. Lœwy.

Dans la plupart des observations méridiennes de haute précision, il est nécessaire de connaître avec une grande exactitude l'inclinaison du fil horizontal du micromètre, par rapport à l'axe de rotation; le procédé employé ordinairement pour l'obtenir consiste à pointer avec ce fil une étoile convenablement choisie, pendant qu'elle traverse le champ de la lunette, et aussi longtemps qu'elle reste visible. Souvent encore, l'on doit avoir l'angle du fil vertical avec le plan instrumental, et cette seconde grandeur peut se mesurer par des pointés faits en haut et en bas du champ, sur une mire située à peu près dans le méridien.

A cause de l'importance de ces deux éléments, toute méthode permettant d'obtenir un contrôle des valeurs ainsi obtenues présente évidemment un intérêt capital; c'est ce but que nous nous sommes proposé d'atteindre et nous indiquons ici un procédé très simple et d'une remarquable précision pour mesurer la différence de ces deux angles.

Désignons par I l'inclinaison du fil horizontal et par K celle du fil vertical, par rapport au plan instrumental; théoriquement, ces fils devraient être rectangulaires et alors I et K seraient égaux. C'est une condition que le constructeur cherche à réaliser autant que possible; mais comme, dans la pratique, elle n'est jamais absolument remplie, l'angle des deux fils n'est pas tout à fait un angle droit et leur inclinaison mutuelle est, comme on le voit immédiatement, égale à $90° + K - I$. Il résulte de là que, pour cette première partie de nos recherches, nous avions à mesurer l'angle des deux fils du micromètre.

Le second problème que nous avons eu en vue se rapporte aux pas des deux vis du micromètre. Appelons A la valeur d'un tour de la vis de déclinaison, exprimée en secondes d'arc, et B la quantité correspondante pour la vis d'ascension droite; ordinairement, lorsque les observations consistent en des pointés faits avec les deux fils, il faut absolument connaître les grandeurs A et B avec une très grande approximation. Cependant, dans les observations de latitude d'après les méthodes de M. Lœwy, c'est seulement la différence $B - A$ qui a réellement de l'importance : si elle est exactement déterminée, l'on peut être certain qu'une erreur assez grande, de $0'',01$ par exemple, sur l'une de ces deux valeurs, ne pourra vicier le

résultat définitif que d'une quantité absolument négligeable. Quel que soit le procédé que l'on emploie, la détermination directe de A et de B laisse toujours une assez grande incertitude sur les valeurs obtenues; comme on le verra, notre méthode nous permet de mesurer B — A avec une exactitude tout à fait suffisante.

Sur une plaque de verre carrée, d'une dimension égale à celle du châssis qui porte les fils fixes du réticule et argentée sur l'une de ses faces, on a tracé deux traits rectangulaires, parallèles aux côtés de la plaque et se coupant en son centre; leur longueur est de 80^{mm} environ. A une distance de 35^{mm} de leur point d'intersection, ont été aussi tracés quatre autres petits traits très courts, perpendiculaires aux premiers, si bien que l'on a ainsi quatre petites croix, formant les sommets d'un carré dont les diagonales ont une longueur de 70^{mm}. On installe ce petit appareil dans le tube même de la lunette, entre l'oculaire et le châssis qui porte les chariots des deux micromètres, et de façon que les diagonales du carré des croix soient à peu près parallèles aux fils mobiles; la face argentée étant tournée du côté de l'objectif, les traits de la plaque sont assez rapprochés des fils pour que l'on puisse sans difficulté s'arranger de manière à voir très nettement avec l'oculaire les uns et les autres. Donnons des numéros à chacune des croix : 1 et 3 aux extrémités de la diagonale qui est présentement parallèle au fil de déclinaison, 2 et 4 aux deux autres.

Nous commençons par mesurer la distance 1, 3 en tours et fraction de tour de la vis d'ascension droite, en pointant dix fois chacune de ces croix avec le fil correspondant et prenant la différence des moyennes obtenues; nous répétons ensuite les mêmes mesures sur la diagonale 2, 4, avec l'autre fil, pour avoir sa longueur en tours et parties de tour de la vis de déclinaison.

Enfin nous pointons, comme tout à l'heure, la croix 1 puis la croix 3, mais avec le fil de déclinaison et nous opérons de la même manière, avec le fil d'ascension droite, sur les croix 2 et 4.

Il faut alors tourner la plaque de verre de 90°, si bien que maintenant c'est la diagonale 2, 4 qui est parallèle au fil de déclinaison, tandis que 1, 3 devient parallèle au fil d'ascension droite. On recommence alors absolument les mêmes déterminations que celles que nous venons de décrire, en mesurant d'abord la distance 1, 3 avec la vis de déclinaison et la distance 2, 4 avec celle d'ascension droite, et pointant ensuite 1 et 3 avec le fil d'ascension droite, et enfin 2 et 4 avec celui de déclinaison.

La distance 1, 3 sera désignée par a, lorsqu'elle est mesurée en tours de la vis d'ascension droite et par a', quand elle est mesurée en tours de la vis de déclinaison; b et b' désigneront de même les valeurs correspon-

dantes de la distance 2, 4 : a et b' ont été mesurées dans la première position de la plaque, a' et b dans la deuxième.

Appelons encore l_1 et l_2 les moyennes des pointés faits respectivement sur 1 et 3, avec le fil horizontal; l'_1 et l'_2 les moyennes des pointés faits respectivement sur 2 et 4, avec le fil vertical; m_1 et m_2 les mêmes quantités répondant aux croix 2 et 4 pointées avec le fil horizontal; m'_1 et m'_2 celles des croix 1 et 3 pointées avec le fil vertical. Posons

$$\frac{l_1 - l_2}{a' \sin 1''} - \frac{l'_2 - l'_1}{b \sin 1''} = \alpha_1, \qquad \frac{m_1 - m_2}{b' \sin 1''} - \frac{m'_2 - m'_1}{a \sin 1''} = \alpha_2,$$

on verra immédiatement que l'on a

$$\mathrm{K} - \mathrm{I} = -\frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2},$$

$$\mathrm{B} - \mathrm{A} = \frac{a' - a}{a}\mathrm{A} = \frac{b' - b}{b}\mathrm{A}.$$

Ces formules résolvent donc complètement les deux problèmes proposés.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le caractère arbitraire des développements des solutions même uniques des problèmes de la Physique mathématique et sur de nouvelles propriétés des séries trigonométriques généralisées.* Note de M. **A. Buhl**, présentée par M. Paul Appell.

Partons des deux formules où φ est un paramètre arbitraire

$$(1) \quad \begin{matrix} f(x) \\ 0 \end{matrix} \Big\} = \frac{1}{\beta - \alpha} \sum_{\nu=-\infty}^{\nu=+\infty} \int_\alpha^\beta f(\xi) {\cos \atop \sin} k_\nu (x - \xi)\, d\xi, \qquad k_\nu = \frac{2\nu\pi \pm \left(\frac{\pi}{2} - 2\varphi\right)}{\beta - \alpha}.$$

La première a été établie dans une Note précédente et l'on peut vérifier directement que le second membre représente le premier, en procédant comme pour une série trigonométrique ordinaire. La seconde formule s'établit de même.

Un fait qui me semble extrêmement général est que le caractère arbitraire du développement existe aussi dans beaucoup d'autres utilisés en Physique mathématique. Ainsi deux exemples très simples nous seront

fournis par les expressions

$$\left.\begin{aligned} U &= \frac{1}{2\pi}\sum_{\nu=-\infty}^{\nu=+\infty} r^{k_\nu} \int_0^{2\pi} f(\xi)\cos k_\nu(\xi-\psi)\,d\xi \\ V &= \frac{1}{2\pi}\sum_{\nu=-\infty}^{\nu=+\infty} e^{-k_\nu^2 t}\int_0^{2\pi} f(\xi)\cos k_\nu(\xi-\psi)\,d\xi \end{aligned}\right\}\qquad k_{\pm\nu} = \frac{2\nu\pi \pm \left(\frac{\pi}{2}-2\varphi\right)}{2\pi}$$

qui satisfont respectivement aux équations

$$\frac{\partial^2 U}{\partial r^2} + \frac{1}{r^2}\frac{\partial^2 U}{\partial \psi^2} + \frac{1}{r}\frac{\partial U}{\partial r} = 0, \qquad \frac{\partial^2 V}{\partial \psi^2} - \frac{\partial V}{\partial t} = 0,$$

et qui pour $r = 1$ ou $t = 0$ se réduisent à $f(\psi)$ d'après (1). Ce sont des solutions, avec l'élément arbitraire φ qui figure dans k_ν, du problème de Dirichlet dans le cas du cercle (une représentation conforme permet de laisser subsister le résultat dans le cas d'un contour quelconque) et du problème du refroidissement de l'armille. U et V étant au fond indépendants de φ, une multiplication par $F(\varphi)\,d\varphi$, F étant une fonction arbitraire, et une intégration donneraient une infinité de développements pour des solutions forcément uniques.

Les expressions U et V contiennent celles utilisées par Weierstrass et par M. Picard pour former leurs développements en séries de polynomes. En les prenant sous la forme généralisée donnée ici, on voit que l'introduction de la fonction arbitraire F permet d'obtenir une infinité d'autres développements dont les éléments seraient des fonctions continues, résultat conforme à un théorème connu (E. Borel, *Leçons sur les fonctions de variables réelles*, p. 65). Voici encore une autre conclusion qui me paraît digne d'attention.

M. Darboux (*Leçons sur la théorie générale des surfaces*) et M. Poincaré (*Théorie de la propagation de la chaleur*, p. 163) ont montré que ce n'est pas au nombre de fonctions arbitraires qu'elles contiennent qu'il faut mesurer la généralité des solutions des équations aux dérivées partielles. Or ce qui précède apporte une nouvelle raison à l'appui de cette manière de voir, puisque des solutions, forcément uniques, peuvent contenir des fonctions arbitraires.

Je me propose maintenant d'indiquer ce que deviennent les séries trigonométriques généralisées, hors de l'intervalle α, β dans lequel elles ont été formées. Réunissons les formules (1) en multipliant la seconde par i et

ajoutant. Intégrant par rapport à φ, comme il été expliqué, il vient

$$(2) \qquad f(x)=\frac{1}{\beta-\alpha}\sum_{\nu=-\infty}^{\nu=+\infty}\int_{\alpha}^{\beta} f(\xi)\frac{\int_{\varphi_0}^{\varphi_1} F(\varphi)e^{ik_\nu(x-\xi)}\,d\varphi}{\int_{\varphi_0}^{\varphi_1} F(\varphi)\,d\varphi}\,d\xi.$$

Voyons maintenant ce qu'il advient du second membre de cette expression, si l'on augmente x de $n(\beta-\alpha)$, n étant un membre entier. L'exposant de e augmente de $in\left[2\nu\pi\pm\left(\frac{\pi}{2}-2\varphi\right)\right]$, ce qui revient à dire que dans ce second membre le facteur

$$e^{\pm in\left(\frac{\pi}{2}-2\varphi\right)}$$

s'est introduit dans l'intégrale en φ qui figure en numérateur. Si un facteur semblable s'était introduit dans l'intégrale qui figure en dénominateur, ledit second membre n'aurait pas changé, puisque $F(\varphi)$ est arbitraire et cette remarque prouve qu'il est devenu

$$f(x)\frac{\int_{\varphi_0}^{\varphi_1} F(\varphi)e^{\pm in\left(\frac{\pi}{2}-2\varphi\right)}\,d\varphi}{\int_{\varphi_0}^{\varphi_1} F(\varphi)\,d\varphi}.$$

Cette expression est donc à substituer au premier membre de (2), en convenant que la valeur à attribuer à n est le numéro d'ordre de l'intervalle dans lequel on considère x, intervalle égal à α, β, mais qui suit ou précède celui primitivement considéré, dont le numéro d'ordre est zéro. Si l'on sépare à nouveau les parties réelle et imaginaire, en particularisant un peu les éléments arbitraires, on peut donner aux coefficients de $f(x)$, dans les premiers membres, les formes

$$\frac{\int_0^{2\pi}\Phi(\varphi)\cos n\varphi\,d\varphi}{\int_0^{2\pi}\Phi(\varphi)\,d\varphi}=\frac{a_n}{a_0}, \qquad \frac{\int_0^{2\pi}\Phi(\varphi)\sin n\varphi\,d\varphi}{\int_0^{2\pi}\Phi(\varphi)\,d\varphi}=\frac{b_n}{b_0},$$

si la série

$$\Phi(\varphi)=\frac{a_0}{2}+(a_1\cos\varphi+b_1\sin\varphi)+(a_2\cos2\varphi+b_2\sin2\varphi)+\ldots$$

a un sens. Comme c'est là une condition extrêmement générale, on peut dire qu'*une série trigonométrique généralisée formée dans un intervalle donne représente, dans tous les intervalles identiques, la fonction donnée multipliée par des constantes arbitraires variables d'un intervalle à l'autre*. Je n'ai pas à examiner ici pour quelles fonctions les considérations précédentes sont valables. Je suppose toujours qu'il s'agit de fonctions satisfaisant aux conditions de Dirichlet, bien que ce soit probablement encore moins nécessaire que pour les séries trigonométriques ordinaires.

SPECTROSCOPIE. — *Mesures de longueurs d'onde dans le spectre du fer pour l'établissement d'un système de repères spectroscopiques.* Note de MM. **Ch. Fabry** et **H. Buisson**, présentée par M. Deslandres.

Les mesures spectroscopiques se font ordinairement par interpolation en partant de raies dont les longueurs d'onde sont déjà connues; d'où la nécessité d'avoir dans le spectre un assez grand nombre de repères exactement mesurés. Les nombres de Rowland, dont on se sert le plus souvent aujourd'hui, présentent des incertitudes et des erreurs systématiques [1]. La réunion tenue à Oxford en septembre 1905 a émis le vœu qu'un nouveau système de repères soit établi. La distance entre deux repères consécutifs ne devra pas excéder 50 angströms, ce qui fait au minimum cent raies dans le spectre visible et ultra-violet entre les longueurs d'onde 7000 et 2000. Les raies destinées à servir de repères devront être empruntées à un spectre d'arc.

Nos mesures ont été entreprises pour répondre à ce programme. Les raies que nous avons mesurées appartiennent au spectre d'arc du fer (arc jaillissant entre deux tiges de fer de 8^{mm} de diamètre, courant de 6 à 3 ampères produit par une batterie d'accumulateurs de 120 volts). Chacune des raies a été directement comparée à une même raie fondamentale; on a pris dans ce but la raie verte du mercure donnée par la lampe Cooper-Hewitt, à cause de son grand éclat et de la commodité de cette source. La raie du mercure a été soigneusement comparée, dans les conditions mêmes de l'expérience, avec les raies du cadmium.

La méthode employée est, en principe, celle qui avait servi autrefois à MM. Perot et Fabry; mais, tandis que ces anciennes mesures étaient faites visuellement, toutes nos

---

(1) Fabry et Perot, *Annales de Chimie et de Physique*, t. XXV, janvier 1902.

déterminations ont été faites par photographie. Les interférences (anneaux à l'infini) sont produites par deux plans parallèles de verre argenté; les phénomènes correspondant aux diverses raies du fer sont séparés par un spectroscope autocollimateur à réseau plan, placé après l'appareil interférentiel.

Sur la même plaque on photographie les interférences données par la raie du mercure, puis celles produites par les raies du fer, puis de nouveau celles du mercure; on évite ainsi les erreurs qui pourraient provenir d'une dilatation de l'appareil interférentiel.

Les mesures actuellement achevées comprennent presque tout le spectre visible et le commencement de l'ultra-violet, entre les longueurs d'onde 6500 et 3600. Une des raies mesurées appartient au manganèse (les raies de ce métal apparaissent dans le spectre d'arc produit entre deux tiges de fer commercial; elles se trouvent sur la carte de Kayser et Runge). Dans la région 5800, les raies du fer mesurables manquent dans un intervalle de 150 angströms; on a comblé cette lacune en mesurant quatre raies du nickel (arc entre deux tiges du métal). Le nombre total des raies mesurées est de 84; chacune a été mesurée plusieurs fois, sur des clichés différents. L'écart entre deux mesures isolées atteint rarement le millionième en valeur relative. Quelques-unes de ces raies avaient été mesurées autrefois par MM. Perot et Fabry: la concordance entre les anciennes et les nouvelles mesures est presque parfaite.

Les nombres du Tableau ci-joint sont calculés en admettant les valeurs de MM. Michelson et Benoît pour les raies verte et rouge du cadmium; comme celles-ci, nos valeurs sont les longueurs d'onde dans l'air à 15°, à la pression de 760^{mm}. Les raies du fer sont faciles à trouver sur l'atlas de Kayser et Runge dont les nombres, de même que ceux de Rowland, doivent être divisés, en moyenne, par 1,00003 pour être ramenés à notre échelle.

3606,687	4375,939	5012,075	5658,837
3640,396	4427,318	5049,829	5709,398
3677,634	4466,558	5083,346	Ni 5760,845
3724,385	4494,576	5110,418	5763,015
3753,620	4531,159	5127,367	Ni 5805,213
3805,351	4547,857	5167,495	Ni 5857,761
3843,266	4592,661	5192,364	Ni 5892,883
3865,531	4602,947	5232,960	5934,685
3906,486	4647,439	5266,570	5952,740
3935,823	4678,858	5302,319	6003,040
3977,750	4707,290	5324,198	6027,060
4021,877	4736,788	5371,500	6065,494
4076,645	4753,147	5405,782	6137,701
4118,556	4789,660	5434,532	6191,570
4134,689	Mn 4823,524	5455,618	6230,733
4147,682	4859,759	5497,523	6265,148
4191,446	4878,229	5506,785	6318,030
4233,619	4903,327	5535,420	6335,344
4282,411	4919,009	5569,634	6393,613
4315,093	4966,107	5586,772	6430,860
4352,745	5001,883	5615,660	6494,994

Il restera à mesurer quelques raies au delà de 6500, puis à étudier l'ultra-violet au-dessous de 3600. Nous espérons mener prochainement ce travail à bonne fin.

PHOTOGRAPHIE. — *Sur la photographie des rayons infrarouges.* Note de M. **Walter Ritz**, présentée par M. Deslandres.

En 1880, M. Abney a fait connaître [1] qu'en préparant dans des conditions spéciales une émulsion de bromure d'argent dans du collodion, distillant l'éther, puis lavant et redissolvant le précipité, on obtient une nouvelle émulsion qui se distingue par une remarquable sensibilité aux radiations peu réfrangibles.

M. Abney avait cru atteindre dans le spectre prismatique solaire la longueur d'onde 2^{μ}, mais, en réalité, il était allé seulement jusqu'à $1^{\mu},4$ [2]. Malgré sa portée ainsi réduite, ce procédé dépasse encore dans l'infrarouge tout ce qu'a donné l'emploi des colorants sensibilisateurs. Il a été repris depuis, mais, semble-t-il, jamais avec succès.

J'ai établi les conditions de formation et la nature du composé sensible, ce qui m'a permis de connaître et d'éliminer les causes d'insuccès qui m'avaient d'abord arrêté comme mes prédécesseurs. J'en ai déduit des procédés nouveaux qui ont donné dès l'abord des résultats supérieurs à ceux d'Abney et que j'espère encore perfectionner notablement.

1° J'ai d'abord fait varier dans des proportions étendues toutes les données d'Abney. Dans tous les cas, sous l'influence de la chaleur, la sensibilité de l'émulsion aux rayons peu réfrangibles s'est trouvée considérablement augmentée, soit que l'azotate d'argent, soit que le bromure fussent en excès; cependant, la transformation est plus prompte avec le premier, et se fait en partie, même à froid, si l'excès est considérable (par exemple 1^{g} sur 5^{g} de Br. Ag.).

Une émulsion obtenue au moyen de solutions *concentrées* d'azotate d'argent et de bromure de zinc ou d'ammonium devient plus sensible que les émulsions préparées suivant les données ordinaires.

La diminution de la pyroxiline, poussée aussi loin que possible, est très favorable.

Il faut remarquer, et c'est une des principales causes d'insuccès, qu'il n'est pas toujours possible d'atteindre, même approximativement, le nombre donné par Abney sans

(1) *Philos. Trans.*, t. CLXXI, 1880; t. CLXXVI, 1881.

(2) Rubens (*Rapports présentés au Congrès de Physique*, t. II, p. 144; Paris, 1900) a même donné pour cette limite $1^{\mu},24$.

voir le bromure d'argent se précipiter en gros flocons; en effet, selon son mode de préparation, la pyroxiline confère au mélange d'alcool et d'éther une viscosité variant, d'après certains auteurs, du simple au décuple; or c'est elle qui détermine la quantité de bromure d'argent pouvant rester en suspension. J'ai dû, avec des pyroxilines faiblement nitrées, employer jusqu'à 1g,5 de pyroxiline sur 10g d'azotate d'argent, c'est-à-dire le décuple de ce qu'indique Abney.

L'émulsion décrite par Abney peut dès lors être caractérisée comme suit: plus grande concentration possible des solutions réagissantes, minimum de pyroxiline permettant, avec des précautions convenables, la formation d'une émulsion homogène.

Les bromures de zinc et d'ammonium sont à peu près équivalents; on peut aussi remplacer le mélange d'alcool et d'éther par de l'alcool méthylique ou de l'acétone. La transformation du bromure d'argent est donc d'ordre purement physique; elle est d'ailleurs toujours accompagnée d'une augmentation du diamètre des grains.

Enfin l'émulsion a été soumise sous pression à des températures allant jusqu'à 100° pendant 1 heure et 40° pendant 24 heures. Il n'a cependant pas été possible de dépasser la limite donnée par Abney, le bromure devenant granuleux et se décomposant.

Il est avantageux, après avoir distillé l'éther, de laisser refroidir, de rajouter l'éther, d'agiter et de recommencer l'opération. On peut ainsi employer des solutions deux ou trois fois plus étendues que ne l'indique Abney, ce qui facilite la formation d'une émulsion bien homogène.

La sensibilité de l'émulsion à la lumière blanche s'est trouvée également augmentée, mais dans des proportions plus faibles.

2° On sait que, soumise à l'action de la chaleur, une émulsion au gélatinobromure augmente énormément de sensibilité pour les rayons très réfrangibles, moins pour les rayons jaunes et rouges, les variations de concentration des sels et de la gélatine ayant la même influence, *mutatis mutandis*, que dans l'émulsion d'Abney. Ce rapprochement m'a porté à croire qu'il s'agit, dans les deux cas, de la manifestation, différente seulement au point de vue quantitatif, d'une même propriété du bromure d'argent.

C'est ce que l'expérience a confirmé. Un précipité de bromure obtenu dans des conditions convenables soit dans l'alcool, soit dans l'eau, lavé et chauffé quelques minutes sous l'eau soit pure, soit, ce qui est plus avantageux, additionnée d'un peu d'azotate d'argent, donne, après émulsification dans la gélatine et nouvelle action de la chaleur, des plaques plus

sensibles aux rayons infra-rouges que celles d'Abney. Après 5 minutes d'exposition au spectre des lampes Nernst, incomparablement moins riche en rayons calorifiques que celui du Soleil dont s'est servi Abney, on obtient une impression qui décroît régulièrement depuis le bleu jusqu'à $1^{\mu},4$ sans présenter les brusques variations des plaques traitées aux colorants. La couleur caractéristique bleue de l'émulsion d'Abney (observée par transparence) apparaît ici immédiatement et à froid. Je donnerai ailleurs les détails techniques.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la réduction du bioxyde de molybdène par le bore et sur la combinaison du bore avec le molybdène.* Note de M. **Binet du Jassonneix**, présentée par M. H. Moissan.

M. H. Moissan [1], en chauffant au four électrique dans un creuset de charbon le molybdène avec du bore amorphe pur, a obtenu une fonte très dure dans laquelle se trouvaient des géodes tapissées de cristaux prismatiques. MM. Tucker et Moody [2], en réduisant l'oxyde de molybdène par le charbon au four électrique et en chauffant dans les mêmes conditions le métal obtenu avec du bore, ont préparé une fonte à cassure cristalline contenant 86 pour 100 de molybdène. Ils ont admis l'existence du composé défini Mo^3B^4 qui contiendrait 86,7 pour 100 de molybdène et 13,3 de bore.

Le molybdène fondu au four électrique attaque vivement les creusets de charbon, et les fontes préparées dans les conditions précédentes, toujours carburées, peuvent devoir leur aspect cristallin à la présence des carbures Mo^2C et MoC dont l'un contient 88 pour 100 de molybdène.

Si l'on évite tout contact du molybdène avec le charbon, en opérant dans des creusets ou des nacelles de magnésie, on obtient des résultats différents.

En chauffant un mélange comprimé en pastilles de bioxyde de molybdène avec la quantité théorique de bore pur dans une nacelle de magnésie au four électrique à tube et en arrêtant la chauffe au moment où les pastilles commencent à fondre, on obtient du molybdène pur, malléable, qui se laisse facilement limer. En présence d'un excès de bore, la fusion est d'autant plus difficile que cet excès est plus grand; il peut être nécessaire

(1) H. Moissan, *Comptes rendus*, t. CXX, 1895, p. 1320.

(2) Tucker et Moody, *J. chem. Soc.*, t. LXXXI, 1902, p. 14.

de maintenir l'intensité du courant à 600 ou 700 ampères sous 100 volts pendant 3 ou 4 minutes. Dans ces conditions, la nacelle attaquée par l'acide borique formé dans la réduction fond progressivement et l'on doit retirer du four le tube de charbon avant que la fonte borée de molybdène ne soit arrivée au contact de celui-ci.

La combinaison directe du bore et du molybdène, préparé par réduction du bioxyde dans un courant d'hydrogène suivant les indications de M. Guichard [1], peut se faire dans un four à creuset en employant un creuset de magnésie pure.

Dans un petit four, un courant de 400 ampères sous 100 volts suffit pour fondre en 2 ou 3 minutes un mélange contenant jusqu'à 15 ou 20 pour 100 de bore; au-dessus de cette teneur, l'intensité du courant doit être portée jusqu'à 500 et 600 ampères pendant 3 ou 4 minutes. A la température élevée que l'on obtient ainsi, l'atmosphère du four, riche en oxyde de carbone et anhydride carbonique, agit sur le bore en excès; il se forme du borure de carbone que l'on retrouve dissous dans les fontes et de l'acide borique qui facilite la fusion du creuset.

L'aspect et les propriétés des fontes obtenues varient progressivement avec leur teneur en bore. Le molybdène pur fondu est malléable, ne raye pas le verre, comme l'a démontré M. Moissan [2], et possède une densité de 9,01; les fontes contenant jusqu'à 20 pour 100 de bore sont blanches et cassantes; leur densité s'abaisse jusqu'à 6 environ et les plus dures d'entre elles rayent le quartz. Au-dessus de cette teneur, elles perdent progressivement leur apparence métallique et prennent un aspect ardoisé avec une couleur d'un gris bleuâtre; leur densité s'abaisse et leur dureté s'élève jusqu'à rayer la topaze mais non le rubis. Il a été possible de préparer une fonte contenant 45,6 pour 100 de bore dont la densité n'est plus que de 3,3. Cette teneur n'a pu être dépassée, par suite de la formation de borure de carbone et de la fusion du creuset de magnésie.

Toutes les fontes ainsi obtenues sont homogènes; le grain de leur cassure est très fin, cette cassure est quelquefois conchoïdale pour celles qui contiennent beaucoup de bore; dans aucune préparation on n'a trouvé de cristaux apparents; elles ne contiennent ni graphite, ni carbone combiné autrement que sous forme de borure de carbone.

Elles sont attaquées par le fluor à froid sans incandescence.

Le chlore les attaque bien au-dessous du rouge sombre; elles laissent

(1) M. Guichard, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. XXIII, p. 501.

(2) H. Moissan, *Comptes rendus*, t. CXX, 1895, p. 1320.

un résidu poreux et brillant de borure de carbone, d'autant plus considérable qu'elles ont été chauffées plus fortement au four électrique. Lorsque l'attaque est conduite avec précautions, elle se fait sans incandescence, le borure de carbone n'est pas attaqué et le résidu ne contient pas de carbone libre.

Les fontes borées de molybdène finement pulvérisées et chauffées fortement s'oxydent à l'air et brûlent dans l'oxygène; elles ne sont attaquées ni par les acides fluorhydrique et chlorhydrique concentrés ou étendus, à froid ou à chaud, ni par les solutions alcalines. L'acide sulfurique concentré les dissout à chaud; l'acide azotique étendu les dissout lentement à froid, rapidement à chaud; le résidu, formé principalement de borure de carbone, ne contient pas de carbone libre; l'acide azotique concentré les attaque très vivement à froid avec dégagement de vapeurs rutilantes. Elles sont oxydées par les alcalis et les nitrates alcalins fondus, avec incandescence pour ces derniers.

Leur analyse a été faite de la façon suivante: un poids déterminé est dissous dans l'acide azotique au $\frac{1}{5}$; le résidu est pesé sur filtre taré et son poids est retranché de la prise d'essai.

L'acide borique est séparé à l'aide de l'alcool méthylique dans l'appareil à distillation décrit par M. Moissan ([1]), puis dosé par la méthode volumétrique de Stock ([2]). L'acide molybdique redissous dans l'ammoniaque est précipité par l'acétate de plomb en solution acétique; le molybdate de plomb est calciné et pesé.

Des fontes contenant 2, 5,3, 8,7, 12,9, 17,2, 21,1, 22,5, 22,8, 29,8, 30,4, 34,3, 34,7, 39,8 et 45,6 pour 100 de bore ont été préparées et étudiées sans fournir de combinaison cristallisée.

Les résultats obtenus pour quelques-unes d'entre elles sont les suivants:

Densité.	Molybdène pour 100 déduction faite du résidu de borure de carbone.	Bore pour 100 déduction faite du résidu de borure de carbone.	Résidu de borure de carbone rapporté à la prise d'essai.
8,9	94,6	5,3	0,9
8,1	91,25	8,7	0
7,2	82,5	17,2	1,9
5,9	76,9	22,5	4,8
4,6	»	30,4	9,5
3,3	54,2	45,6	15,8

([1]) H. Moissan, *Comptes rendus*, t. CXVI, 1893, p. 1087.
([2]) A. Stock, *Comptes rendus*, t. CXXX, 1900, p. 516.

En résumé, la réduction de l'oxyde de molybdène par le bore et la combinaison des deux éléments au four électrique, dans des nacelles ou des creusets de magnésie pure, permettent d'obtenir des fontes non carburées, contenant jusqu'à 46 pour 100 environ de bore, attaquables par l'acide azotique étendu et dans lesquelles on ne rencontre pas de combinaison cristallisée apparente.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la conductibilité électrique du colloïde hydrochloroferrique.* Note de M. G. MALFITANO, présentée par M. E. Roux.

La technique de la filtration au travers du collodion des liqueurs colloïdales a permis d'expérimenter sur la conductibilité spécifique des micelles, que l'on pouvait par ce moyen séparer de la solution d'électrolytes qui forme leur milieu. Deux ordres de résultats au premier abord contradictoires ont été fournis par M. J. Duclaux (1) et par moi-même (2). Je vais montrer à présent comment ces deux résultats, expérimentalement exacts tous les deux, peuvent être vérifiés dans le même colloïde et comment ils peuvent être coordonnés.

Les solutions de colloïde hydrochloroferrique suffisamment diluées, celles qui ne manifestent pas vis-à-vis de leur milieu intermicellaire de pression osmotique appréciable, ont une conductibilité électrique dont la valeur est très voisine (légèrement supérieure ou inférieure) de celle du liquide que l'on retire en filtrant sur le collodion. Le contenu du filtre se concentrant en micelles la pression osmotique apparaît et augmente, la conductibilité diminue si le liquide qui filtre est une solution riche en électrolytes (au-dessus de $K = 5 \times 10^{-3}$ environ), augmente par contre si le liquide qui filtre est une solution faible. La solution d'électrolytes séparée ne change pas considérablement pendant la filtration, de sorte que la conductibilité propre des micelles aurait une valeur négative dans le premier cas, positive dans le deuxième et serait nulle à une concentration donnée.

I. Une solution d'électrolytes, de Fe^2Cl^6 avec HCl ($K = 20, 10 \times 10^{-3}$, par exemple), traverse la membrane en collodion sans avoir subi aucune modification appréciable par la mesure de la conductibilité électrique. Il suffit, comme précaution, d'avoir laissé au préalable cette membrane en contact avec une portion de la solution que l'on veut filtrer.

(1) *Comptes rendus*, séance du 29 mai 1905.
(2) *Ibid.*, séance du 26 décembre 1904.

La liqueur que l'on obtient en chauffant à 115°-120°, pendant 15 à 20 minutes, la solution de Fe^2Cl^6 à 5 pour 1000 contient le colloïde hydrochloroferrique qui est retenu par la membrane, plus Fe^2Cl^6 et HCl, qui doivent se retrouver intégralement dans le liquide filtré. La liqueur colloïdale entière contient en atomes-grammes $\times 10^3$ au litre Fe^2 16,18, Cl 93,54; sa conductibilité est $K = 21,30 \times 10^{-3}$ à 18°. Dans les premières portions du liquide filtré, on trouve Fe^2 4,16, Cl 89,40, $K = 22,08 \times 10^{-3}$. Dans les portions suivantes sont passées des portions faibles et variables de colloïde, la teneur va jusqu'à Fe^2 5,20, Cl 90,15 et la conductibilité $K = 22,30 \times 10^{-3}$. Le contenu du filtre où le colloïde est concentré à $\frac{1}{10}$ du volume primitif contient Fe^2 110, Cl 120, $K = 21,10 \times 10^{-3}$. Ce liquide ainsi concentré n'a pas de pression osmotique appréciable vis-à-vis du liquide filtré. En poussant plus loin la concentration jusqu'à $\frac{1}{100}$ environ du volume primitif, la liqueur épaisse ainsi obtenue contient Fe^2 1170, Cl 1060; sa pression osmotique correspond à 2^m d'eau au moins, sa conductibilité est $K = 15,60 \times 10^{-3}$. Le liquide filtré que l'on obtient en augmentant la pression intérieure contient Fe^2 6,12, Cl 91,05, $K = 22,90 \times 10^{-3}$.

L'on voit donc qu'au fur et à mesure que la concentration en micelles augmente la conductibilité diminue; dans ce cas, pour 100 fois plus de micelles, la diminution est de $\frac{1}{4}$ environ. La conductibilité du liquide filtré varie relativement peu; elle est, dans tous les cas, supérieure à celle de la liqueur colloïdale entière; cette différence en plus atteint $\frac{1}{3}$ environ dans le colloïde, 100 fois plus riche en micelles.

La solution d'électrolytes qui constitue le liquide intermicellaire éprouve donc une diminution de sa conductibilité par le fait de la présence des micelles. Pour apprécier cette diminution en rapport avec la concentration en micelles, j'ai préparé des mélanges en proportions variables du résidu colloïdal $K = 15,60 \times 10^{-3}$, avec le liquide filtré $K = 22,90 \times 10^{-3}$. Les mélanges avec 1, 3, 9, 99 volumes de liquide filtré mesuraient respectivement $(17,70,\ 19,00,\ 20,90,\ 22,70) \times 10^{-3}$; les valeurs que l'on devait obtenir selon la règle des mélanges seraient respectivement $(19,25,\ 21,07,\ 22,17,\ 22,82) \times 10^{-3}$. Les conductibilités trouvées sont donc toujours inférieures. L'influence négative des micelles est manifeste. Si l'on rapporte la valeur de cette diminution à la quantité de micelles, on constate que l'intensité de cette action s'affaiblit avec la concentration.

II. En lavant sur le filtre en collodion une liqueur colloïdale concentrée, préparée comme précédemment, avec de petites portions d'eau pure, on change considérablement la teneur en électrolytes du liquide intermicellaire, tandis que la composition des micelles dans ces conditions n'est pas sensiblement altérée. La nouvelle liqueur colloïdale ainsi obtenue contenait Fe^2 161, Cl 49 et mesurait $K = 0,478 \times 10^{-3}$. Le liquide qui filtre est une solution pure de HCl, $K = 0,480 \times 10^{-3}$. On mesure à différents moments de la filtration la conductibilité du contenu du filtre; elle est respectivement de $(0,50,\ 0,72,\ 0,80,\ 1,53) \times 10^{-3}$ quand le volume est réduit à $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{50}$, $\frac{1}{100}$. Les dernières portions du liquide filtré mesuraient $K = 0,478 \times 10^{-3}$. On peut donc, en diminuant la conductibilité du liquide intermicellaire et en concentrant la liqueur en micelles, vérifier les résultats de M. Duclaux. Dans ces conditions, en effet, la conductibilité de la liqueur colloïdale devient supérieure à celle du liquide que l'on retire par filtration. La présence de la matière colloïdale amène une augmentation de la conductibilité qui peut atteindre les $\frac{7}{10}$ de la conductibilité totale de la liqueur. J'ai

cherché comme précédemment à établir les variations de la conductibilité en rapport avec la quantité de micelles. Les mélanges avec 1, 3, 9, 22 volumes du liquide filtré mesuraient respectivement $(0,72, 0,50, 0,41, 0,47) \times 10^{-3}$. La conductibilité des échantillons ainsi obtenus est toujours inférieure à celle que l'on calculerait selon la règle des mélanges, respectivement $(1,00, 0,74, 0,58, 0,49) \times 10^{-3}$. Ce qui prouve que la conductibilité attribuable aux micelles prend des valeurs différentes en faisant varier la concentration, elle se rapproche de 0 dans le mélange avec 4 volumes de liquide filtré, qui est en même temps celui où la pression osmotique devient inappréciable; dans les mélanges encore moins riches en micelles, la conductibilité devient même inférieure à celle du liquide filtré. Il faut en plus remarquer que les valeurs de conductibilité des mélanges ne correspondent pas exactement à celles de la liqueur primitive ayant la même concentration en micelles.

III. Enfin je me suis assuré que si l'on ajoute HCl à ce colloïde lavé, de façon à ramener son milieu intermicellaire à une conductibilité $K = 5 \times 10^{-3}$ environ, on retrouve les conditions dans lesquelles la conductibilité de la liqueur colloïdale diminue en se concentrant en micelles et elle est inférieure à celle du liquide filtré.

L'influence de la micelle sur la quantité d'électricité qui traverse une solution de colloïde hydrochloroferrique doit dépendre de la composition du milieu intermicellaire, de celle de la micelle et du volume occupé par elle. La différence entre la conductibilité de la liqueur colloïdale entière et celle de la solution débarrassée des micelles par filtration ne peut représenter la conductibilité spécifique micellaire. Les variations dans les valeurs de cette différence indiquent que les influences réciproques entre la micelle et son milieu affectent non seulement leur composition respective, mais aussi leur état d'ionisation et le volume micellaire.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Influence des non-électrolytes sur la précipitation mutuelle des colloïdes de signe électrique opposé.* Note de M. **J. Larguier des Bancels**, présentée par M. Dastre.

La plupart des auteurs qui ont étudié la précipitation des colloïdes ont opéré le mélange des substances qu'ils considéraient en milieu aqueux. J'ai, pour ma part, déterminé, dans ces conditions, quelques-uns des caractères de la précipitation mutuelle des colloïdes de signe électrique opposé, en présence d'électrolytes; j'ai montré notamment (¹) : 1° que « le mélange de deux colloïdes de signe opposé donne lieu à une précipitation qui, pour une proportion convenable, est totale; l'addition d'un

(¹) *Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 1647.

électrolyte capable de précipiter l'un des deux colloïdes fait obstacle à la précipitation mutuelle de ceux-ci » et 2° que « le précipité résultant du mélange des deux colloïdes de signe opposé peut être dissocié, en général, par l'addition d'un électrolyte capable de précipiter l'un des éléments du couple ».

Il m'a paru intéressant de rechercher si l'addition d'un non-électrolyte au mélange de deux colloïdes de signe opposé est capable de même d'en modifier la précipitation mutuelle. Cette question, qui a pour la technique des colorations et des teintures une certaine importance pratique, n'a pas été envisagée jusqu'ici.

Les expériences, dont on trouvera les résultats dans la présente note, ont porté essentiellement sur les deux couples suivants : hydrate ferrique colloïdal (positif) et bleu d'aniline (négatif); sulfure d'arsenic colloïdal (négatif) et rose de magdala (positif). J'ai considéré, d'autre part, les non-électrolytes suivants : urée, glucose, saccharose, glycérine, alcool éthylique, aldéhyde formique, acétone.

1° *Le mélange de deux colloïdes de signe opposé, en présence de non-électrolytes, donne lieu, en général, à une précipitation; cette précipitation, pour une proportion convenable des éléments du couple, est totale.*

Voici quelques exemples :

Expérience. — Hydrate ferrique colloïdal, solution aqueuse contenant $0^g,5$ de fer par litre; bleu d'aniline, solution aqueuse à 2 pour 1000. 4^{cm^3} de liquide (eau ou non-électrolyte) sont additionnés dans chaque cas de 6 gouttes de bleu d'aniline et d'une quantité variable d'hydrate ferrique, comme suit :

1. *Eau* + 6^g bleu an. + 1^g fer : précip. partielle; liquide surnageant lilas pâle.
2. *Eau* + 6^g bleu an. + 3^g fer : précip. totale.
3. *Eau* + 6^g bleu an. + 5^g fer : précip. totale.
4. *Eau* + 6^g bleu an. + 20^g fer : précip. partielle (redissolut. du précipité).
5. *Urée* (solut. aqueuse à 10 pour 100) + 6^g bleu an. + 1^g fer : précip. totale.
6. *Urée* (solut. aqueuse à 10 pour 100) + 6^g bleu an. + 3^g fer : précip. totale.
7. *Urée* (solut. aqueuse à 10 pour 100) + 6^g bleu an. + 5^g fer : précip. totale.
8. *Urée* (solut. aqueuse à 10 pour 100) + 6^g bleu an. + 20^g fer : précip. totale.
9. *Glycérine* (solut. aqueuse à 50 pour 100) + 6^g bleu an. + 1^g fer : précip. partielle; liquide bleu foncé.
10. *Glycérine* (solut. aqueuse à 50 pour 100) + 6^g bleu an. + 3^g fer : précip. partielle; liquide bleu plus clair.
11. *Glycérine* (solut. aqueuse à 50 pour 100) + 6^g bleu an. + 5^g fer : précip. partielle; liquide lilas pâle.
12. *Glycérine* (solut. aqueuse à 50 pour 100) + 6^g bleu an. + 20^g fer : redissolut. du précipité.
13. *Alcool éthylique* (95°) + 6^g bleu an. + 1^g fer : précip. partielle; liquide bleu foncé.

14. *Alcool éthylique* (95°) + 6g bleu an. + 3g fer : précip. partielle ; liquide bleu plus clair.

15. *Alcool éthylique* (95°) + 6g bleu an. + 5g fer : précip. partielle ; liquide bleu lilas.

16. *Alcool éthylique* (95°) + 6g bleu an. + 20g fer : précip. totale.

2° *La présence de certains non-électrolytes a pour effet de faciliter la précipitation mutuelle des deux colloïdes de signe opposé ; la présence de certains autres, en revanche, fait obstacle à cette précipitation.*

Les résultats consignés ci-dessus montrent que, toutes choses égales, et pour une quantité constante de l'un des éléments du couple (le bleu d'aniline), la précipitation totale exige moins de fer en présence d'urée qu'en milieu aqueux et qu'elle en exige plus, au contraire, en présence de glycérine ou d'alcool.

Parmi les non-électrolytes que j'ai employés, l'urée facilite la précipitation mutuelle des colloïdes de signe opposé ; les autres substances font obstacle à cette précipitation. L'action inhibitrice du glucose et du saccharose (solutions normales) est faible ; celle de la glycérine est moyenne ; celle de l'alcool, de l'aldéhyde et de l'acétone est forte.

3° *Le précipité résultant du mélange des deux colloïdes de signe opposé en milieu aqueux peut être dissocié par l'addition d'un non-électrolyte convenablement choisi. Les non-électrolytes qui sont en état de faire obstacle à la formation du précipité sont aussi capables de dissocier le précipité résultant ; l'intensité de l'action dissociatrice correspond approximativement à celle de l'action inhibitrice.*

Dans le cas des couples étudiés, l'action de l'urée est nulle ; celle du saccharose et de la glycérine est faible ; celle de l'aldéhyde, de l'alcool et de l'acétone est forte.

L'interprétation des résultats précédents paraît très délicate ; en particulier, l'action exercée par le non-électrolyte sur chacun des éléments du couple de colloïdes (précipitation) ne suffit pas à en rendre compte.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la composition d'un ferment acétique.* Note de M. E. Alilaire, présentée par M. E. Roux.

En présence de l'importance croissante que prend l'étude des matières minérales dans la vie des microbes et dans l'action de leurs diastases, il m'a paru intéressant d'étudier la composition d'un ferment acétique qu'il m'a été possible de me procurer en quantité suffisante dans une vinaigrerie

travaillant par l'ancien procédé d'Orléans. Dans cette vinaigrerie sont réalisées les conditions d'une culture pure industrielle, car les liquides à acétifier sont pasteurisés au préalable et ensemencés en tonneaux avec du mycoderme très actif.

Il m'eût été impossible de produire et de récolter au laboratoire une quantité de mycoderme suffisante pour l'analyse, car, même en recueillant du mycoderme industriel, on ne peut guère récolter que 5g de corps de bacilles secs à la surface de 2000l environ de liquide mis en œuvre.

En dehors des matières minérales, j'ai eu l'occasion de mettre en évidence quelques autres caractères intéressants du mycoderme.

Le ferment récolté a été centrifugé et lavé plusieurs fois à l'eau, puis mis à macérer pendant quelques heures dans de l'alcool à 80 pour 100. Les corps de bacilles déshydratés de cette façon s'essorent très facilement à la trompe; on les sèche dans le vide après deux ou trois lavages à l'alcool fort.

Les bacilles ainsi séchés avaient cédé à l'alcool 1,56 pour 100 de leur poids d'une graisse phosphorée très soluble dans le chloroforme, donnant après saponification par la soude des cristaux d'iodocholine avec l'iodure de potassium ioduré. La teneur en phosphore de cette graisse est 2,3 pour 100. Si l'on admet que tout ce phosphore est combiné à l'état de lécithine, on trouve que la graisse extraite par l'alcool renferme 50 à 60 pour 100 de ce corps, suivant qu'on l'envisage comme oléique, margarique ou stéarique.

Les corps de bacilles dégraissés contiennent 6,9 pour 100 d'azote et donnent 5,9 pour 100 de cendres. Ces cendres ont la composition suivante :

SiO^2	0,60	pour 100
Cu	1,66	»
Fe^2O^3	10,70	»
PO^4H^3	47,45	»
CaO	10,70	»
MgO	8,00	»
KOH	18,02	»
NaOH	2,87	»

Elles renferment en outre des traces de manganèse, de chlore et de soufre.

Les corps de bacilles dégraissés forment dans l'eau bouillante une gelée assez semblable à de l'empois d'amidon, propriété que ne possèdent ni le *Bacterium xylinum*, ni la bactérie du sorbose, dont l'enveloppe semble constituée par de la chitine.

On remarquera que les cendres renferment une proportion relativement

élevée de fer et de cuivre. La présence de ces corps ne semble pas fortuite ni indifférente; je compte montrer bientôt qu'ils jouent un rôle très important dans le phénomène de l'acétification.

MINÉRALOGIE. — *Les roches microlitiques de la Terre de Graham recueillies par l'expédition antarctique du Dr Charcot*. Note de M. **Ernest Gourdon**, présentée par M. A. Lacroix.

Dans une Communication précédente j'ai donné une description sommaire des roches éruptives grenues que j'ai recueillies au cours de l'expédition antarctique du Dr Charcot. La présente Note a pour but l'examen des roches microlitiques de même provenance que j'étudie dans le Laboratoire de Minéralogie du Muséum.

Ces roches peuvent se diviser en deux groupes : les unes, très altérées, probablement anciennes, feront l'objet d'une étude ultérieure; les autres, au contraire, sont remarquables par leur fraîcheur et sont d'origine incontestablement volcanique : bien que nous n'ayons trouvé aucune trace d'appareil volcanique conservé dans la région parcourue, ces dernières roches peuvent être considérées de façon certaine comme d'âge récent. Il ne faut pas oublier d'ailleurs qu'un peu au nord de ces terres, l'île Déception n'est qu'un ancien cratère offrant encore des signes d'activité (fumerolles, eaux thermales, etc.); d'autre part, le versant étudié par M. O. Nordenskjold au nord-est de la Terre Louis-Philippe présente des appareils volcaniques, témoin l'île Paulet.

La plupart des échantillons de ces roches proviennent malheureusement de blocs errants, et la calotte de glace qui recouvre presque entièrement le sol n'a pas toujours permis d'en préciser les gisements. Mais, si quelques blocs trouvés sur les grèves ont pu être apportés de loin par les glaces flottantes, la grande abondance sur un même point de la plupart d'entre elles indique une provenance voisine; d'autres, situés à une altitude inaccessible à la mer, résultent certainement du démantèlement de hauteurs plus ou moins proches. Enfin j'ai observé un certain nombre de filons en place.

Ces roches volcaniques récentes comprennent : 1° des trachy-andésites; 2° des labradorites; 3° des basaltes.

Trachy-andésites. — A l'œil nu, ce sont des roches à facies trachytique, rudes au toucher, formées d'une pâte grise, claire, dans laquelle se trouvent noyés de petits prismes noirs d'amphibole et des cristaux, d'un blanc jaunâtre, de feldspaths.

L'examen microscopique montre de rares phénocristaux d'amphibole (hornblende), d'orthose et de plagioclases parfois zonés, voisins de l'andésine. Ces phénocristaux feldspathiques sont souvent altérés (calcite); ceux d'amphibole présentent parfois des inclusions feldspathiques. La pâte est composée de microlites d'orthose (maclés suivant la loi de Carlsbad), d'oligoclase (macle de l'albite), avec quelques microlites d'amphibole; elle contient en outre fort peu de verre.

L'analyse chimique, faite par M. Pisani, donne :

TiO^2.	SiO^2.	Al^2O^3.	Fe^2O^3.	FeO.	CaO.	MgO.	K^2O.	Na^2O.
9,7	63,5	17,2	2,7	1,9	3	1,2	3,2	5,5

Cette analyse permet de rapporter cette roche au type *lassenose* de la classification chimico-minéralogique quantitative.

Cette andésite à hornblende, recueillie sur l'île Wandel à 200^m d'altitude, semble y former un épais filon dans la diorite. Un type analogue se rencontre au sud de l'île Anvers, ainsi que dans l'île Wiencke; plus au sud, dans l'île Lund, les andésites forment des filons dans la diorite.

Labradorites. — Ce sont en général des labradorites augitiques à augite plus ou moins décomposées. Roches mésocrates, grises, compactes, ne permettant de distinguer aucun élément à l'œil nu.

Les phénocristaux, généralement peu abondants, appartiennent au labrador et à l'augite; la pâte contient un peu de verre. A l'île Wiencke, la roche est presque holocristalline, formée de microlites d'augite et de labrador, tandis que dans une moraine, sur un îlot voisin, un bloc, remarquable par ses nombreuses vacuoles et sa teinte rouge brique, présente un verre décomposé, fortement coloré par l'hématite.

Ces labradorites proviennent soit de l'île Wiencke ou de Wandel, soit des archipels échelonnés devant la Terre de Graham. Dans la diorite de l'île Wiencke, j'ai rencontré un filon d'une labradorite différente des précédentes en ce qu'elle renferme des microlites d'amphibole.

Basaltes. — Les basaltes proviennent tous de l'île Wiencke. Ce sont des roches compactes, d'un gris foncé, formées d'une pâte microlitique, semée de cristaux blancs laiteux de feldspath et de petits cristaux ferromagnésiens d'une teinte vert olive. Les surfaces exposées à l'air sont souvent recouvertes d'un enduit blanc d'opale.

Au microscope, on voit des phénocristaux de labrador, d'olivine et d'augite; la pâte est composée de microlites d'un feldspath voisin du labrador et de grains de pyroxène et de magnétite.

L'analyse chimique, due à M. Pisani, a donné :

TiO^2.	SiO^2.	Al^2O^3.	Fe^2O^3.	FeO.	CaO.	MgO.	Na^2O.	K^2O.
1,9	43,3	15,4	1,7	10,3	9,3	9,6	3,7	1,4

Le calcul rapporte cette roche au type *limburgose*.

Enfin, dans cette même région, j'ai recueilli quelques blocs d'une brèche de basalte indiquant la venue au jour de cette roche.

HYDROLOGIE. — *Sur la présence du néon parmi les gaz de quelques sources thermales*. Note de MM. **Charles Moureu** et **Robert Biquard**, présentée par M. Deslandres.

Dans une série de Notes communiquées à l'Académie depuis 1895, l'un de nous s'est occupé, en même temps que divers autres auteurs (Lord Rayleigh et Ramsay, Bouchard et Troost, Bouchard et Desgrez, Kayser, Nasini et Anderlini, Dewar, Moissan, etc.), des gaz rares des eaux minérales. Par un travail d'ensemble portant sur 43 sources appartenant à diverses régions de la France et de l'étranger, il a établi la présence générale de l'argon et de l'hélium dans les sources thermales [1].

La recherche des autres gaz rares devait suivre naturellement celle de l'argon et de l'hélium. Nous présentons dans cette Note nos expériences sur 22 sources, où nous avons nettement mis en évidence le néon.

Contrairement à ce que nous avons observé pour l'argon et l'hélium, l'examen spectroscopique du mélange global des gaz rares ne nous a permis de reconnaître le néon dans aucune source, son spectre y étant complètement masqué par l'argon. Nous avons utilisé avec un plein succès, par contre, une méthode dont le principe, aussi simple qu'élégant et original, a été indiqué par Sir James Dewar. Elle repose sur la grande inégalité du pouvoir absorbant du charbon de bois pour les différents gaz, suivant leur nature propre et suivant la température [2]. Par l'emploi du charbon de noix de coco à la température de l'air liquide (— 185°), M. Dewar a pu, les autres gaz étant complètement absorbés, mettre directement en évidence le néon et l'hélium dans l'air atmosphérique, dans les gaz de la source de Bath, et parmi les gaz du pétrole [3].

---

(1) Ch. Moureu, *Sur les gaz des sources thermales. Détermination des gaz rares; présence générale de l'argon et de l'hélium* (*Comptes rendus*, 21 mai 1906).

(2) Sir James Dewar, *Sur l'occlusion des gaz par le charbon de bois aux basses températures, et sur le dégagement de chaleur qui l'accompagne* (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. III, p. 5).

(3) Sir James Dewar, *Séparation directe, sans liquéfaction, des gaz les plus volatils de l'air* (*loc. cit.*, 8e série, t. III, p. 12).

Sir William Ramsay a montré, depuis la publication du travail de M. Dewar, qu'il suffisait de refroidir le charbon à — 100° (température de congélation de l'éther) pour qu'il absorbe les gaz de l'air à l'exclusion du néon et de l'hélium et que le charbon, à la température de l'air liquide, réalisait pratiquement la séparation intégrale du néon, qui demeure occlus, d'avec l'hélium (1).

Comme dans nos expériences antérieures, ce sont les mélanges gazeux se dégageant spontanément au griffon des eaux minérales et bien exempts d'air que nous avons étudiés.

En général, nous avons soumis à l'action du charbon refroidi, pour chaque source, et le gaz naturel brut tel qu'il émerge du griffon, et le mélange global des gaz rares, préalablement séparé des autres gaz suivant la technique que l'un de nous a déjà décrite (2).

Nos expériences ont été faites le plus souvent à la température de l'air liquide. Dans ces conditions, les gaz non absorbés donnaient généralement un spectre où l'on apercevait nettement les principales raies du néon à côté de celles de l'hélium. Les raies rouges du néon 638,3 et 614,3 étaient, en général, particulièrement brillantes. La raie jaune 585,3, qui, dans le spectre du néon pur, est toujours de beaucoup la plus intense, se montrait ici, par contre, relativement faible, étant sans doute éclipsée par la raie principale de l'hélium, qui en est très voisine ($\lambda = 587,6$) et dont l'intensité était presque toujours incomparablement plus forte.

Il arrivait parfois que le spectre du néon était très faible. Nous opérions alors, comme M. Ramsay, à — 100° et nous constations toujours une augmentation très marquée dans l'intensité des raies de cet élément.

Voici la liste des 22 sources que nous avons étudiées en vue de la recherche du néon et dans chacune desquelles nous avons reconnu sa présence :

Spa, source du Tonnelet (Belgique).
Plombières, source Vauquelin (Vosges).
Luxeuil, source des Dames (Haute-Saône).
Luxeuil, Grand Bain (Haute-Saône).
Maizières (Côte-d'Or).
Bourbon-Lancy, source Reine (Saône-et-Loire).
Bourbon-Lancy, source du Lymbe (Saône-et-Loire),
Salins-Moutiers (Savoie).

(1) Sir William Ramsay, *Proc. Roy. Soc. Lond.*, t. LXXVI, série A, p. 111-114.

(2) Ch. Moureu, *Sur la détermination des gaz rares dans les mélanges gazeux naturels* (*Comptes rendus*, 2 janvier 1906).

Saint-Honoré (Nièvre).
Néris (Allier).
Dax, source Nehe (Landes).
Dax, source Trou des Pauvres (Landes).
Ax, source Viguerie (Ariège).
Bagnères, source Salies (Hautes-Pyrénées).
Cauterets, source César (Hautes-Pyrénées).
Cauterets, source Mauhourat (Hautes-Pyrénées).
Cauterets, source du Bois (Hautes-Pyrénées).
Cauterets, source la Raillère (Hautes-Pyrénées).
Eaux-Bonnes, source Vieille (Basses-Pyrénées).
Eaux-Chaudes, source Esquirette (Basses-Pyrénées).
Cambo (Basses-Pyrénées).
Ogeu (Basses-Pyrénées).

Conclusions. — Nous avons recherché le néon dans 22 sources thermales et dans toutes nous avons pu mettre cet élément en évidence. On peut donc en conclure que le néon doit se rencontrer, comme l'argon et l'hélium, dans la généralité des sources et mélanges gazeux issus du sein de la Terre.

Remarque. — Parmi les sources inscrites dans le Tableau ci-dessus, il en est deux, Ogeu et Cambo, où il avait été impossible à l'un de nous de reconnaître l'hélium en examinant au spectroscope le mélange global des gaz rares ([1]). En absorbant l'argon par le charbon, nous avons, dans ces deux cas exceptionnels, obtenu un résidu à la vérité très faible, mais qui nous a présenté, de la manière la plus nette, les principales raies de l'hélium en même temps que celles du néon.

Le nombre des sources où l'hélium n'a pas encore été caractérisé, sur les 43 que nous avons étudiées, se réduit ainsi à 2 (Royat et Panticosa). Mais il ne semble pas douteux que, comme dans les 41 autres sources, l'hélium y soit réellement présent, ce que permettra sans doute de confirmer la méthode au charbon.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur les principes cyanogénétiques du* Phaseolus lunatus. Note de M. **Kohn-Abrest**, présentée par M. Guignard.

Dans une précédente Note ([2]) j'ai étudié quelques-unes des conditions dans lesquelles les graines du *Phaseolus lunatus* (Pois de Java, Haricots de

([1]) *Comptes rendus*, 21 mai 1906.
([2]) *Comptes rendus*, 5 mars 1906.

Java, etc.) peuvent fournir de l'acide cyanhydrique. J'indiquerai sommairement ici les résultats de quelques expériences faites sur les produits cyanogénétiques extraits des Légumineuses dont il s'agit.

$1^{kg},500$ de Pois de Java sont broyés et épuisés par 2^{l} d'alcool à 90°, pendant 12 heures à froid, puis pendant 6 heures à l'ébullition. Le jus obtenu par filtration et expression est évaporé sous pression réduite jusqu'à élimination complète de l'alcool; on précipite par le sous-acétate de plomb pour éliminer diverses matières extractives (résines, gommes, matière colorante). Après séparation du plomb par l'hydrogène sulfuré, le liquide incolore est concentré au bain-marie jusqu'à consistance presque sirupeuse. On termine l'évaporation dans le vide. La masse épaisse brun clair, ainsi obtenue, est broyée avec du verre et épuisée par l'éther acétique bouillant, à plusieurs reprises. La solution filtrée laisse par évaporation du dissolvant une masse plus ou moins brune qui finit par abandonner un dépôt de cristaux aciculaires. Dans nos expériences, $1^{kg},500$ de Pois de Java ont donné environ 5^{g} de cristaux encore très impurs. Par épuisement à l'éther ordinaire bouillant, on peut obtenir un produit blanc cristallisé et fondant à 134°-136° (¹), qui cependant n'est pas homogène; car, par cristallisation fractionnée dans l'éther acétique, on sépare successivement trois corps : A, B, C, fusibles, le premier entre 132° et 134°, le second entre 125° et 129°, le troisième beaucoup plus coloré que les précédents, fusible entre 118° et 119°.

L'examen microscopique montre que le corps A est formé de fines aiguilles arborescentes, tandis que le corps B est surtout composé de longs cristaux tabulaires. Tous ces produits sont très solubles dans l'eau, solubles dans l'alcool éthylique, méthylique, l'éther acétique, très peu solubles dans l'éther ordinaire, peu solubles dans le chloroforme et l'éther de pétrole. Ils appartiennent à la classe des glucosides. Les acides chlorhydrique et sulfurique les dédoublent en glucose et acide cyanhydrique.

Par dédoublement, en présence de l'acide chlorhydrique, on obtient, pour 100 de matière, avec A, 8,3 d'acide cyanhydrique, avec B, 8,6, avec C, 7,3 d'acide cyanhydrique.

Tous ces produits sont dédoublables en présence de l'eau, sous l'influence d'un principe diastasique que l'on peut extraire facilement du pois de Java.

Ce dédoublement n'a plus lieu lorsqu'on fait bouillir la solution aqueuse du ferment pendant quelques minutes. Par contre, la chaleur sèche agissant pendant deux heures à 78° et à 122° sur le principe diastasique ne fait que diminuer, sans le supprimer, le dédoublement du glucoside.

(¹) La phaséolunatine extraite par Dunstan et Henry en cristaux colorés à l'aide d'un procédé différent était fusible à +141°.

Pour préparer le principe diastasique, on réduit en poudre fine 100g de « pois de Java » qu'on laisse en contact 10 minutes avec 300^{cm^3} d'eau. On recueille le jus par expression et filtration, puis on l'additionne d'environ son volume d'alcool. Le précipité blanc obtenu est lavé à l'alcool et desséché dans le vide. La substance est moyennement soluble dans l'eau, sa solution est neutre au tournesol et colore en jaune l'hélianthine. Elle diffère beaucoup de l'émulsine des amandes amères, son action sur l'eau oxygénée est plus intense et elle ne décompose que très faiblement l'amygdaline. Par contre l'émulsine des amandes amères paraît ne pas avoir d'action sur les glucosides des « Haricots de Java ». La substance diastasique laisse 5 à 7 pour 100 de cendres alumineuses. Son action destructive sur les glucosides est loin d'être illimitée. Lorsqu'on ajoute le ferment « diastasique » dans une solution aqueuse du mélange des glucosides en proportions égales, à l'étuve à $+37^\circ$ au bout de 4 heures environ, cette diastase se dissout avec facilité; mais, après départ de l'acide cyanhydrique par distillation, il y a formation d'un précipité. Il semble donc que le « ferment » agit plutôt comme un principe saponifiant que comme un agent catalytique proprement dit.

Dunstan et Henry ont indiqué qu'il se produit de l'acétone pendant le dédoublement de leur phaséolunatine par l'acide chlorhydrique. Je n'affirmerai pas l'existence de l'acétone parmi les produits extraits des « pois de Java ». Par contre j'ai constaté, lors du dédoublement, la présence de petites quantités d'alcool.

L'analyse des corps A et B m'a conduit aux formules $A = C^{10}H^{19}AzO^6$ et $B = C^9H^{26}AzO^9$ (¹). Les poids moléculaires déterminés par la cryoscopie m'ont donné pour A 206, au lieu de 249 calculé et pour B 219 au lieu de 283 calculé. D'après Dunstan et Henry le produit extrait des *Phaseolus* de l'Ile Maurice aurait la formule $C^{10}H^{17}AzO^6$ avec 247 comme poids moléculaire.

Ces différences suffisent pour montrer qu'en réalité les corps qui ont été isolés par cristallisation fractionnée dans l'éther acétique, corps parfaitement blancs et cristallisés, sont eux-mêmes des mélanges de composés cyanogénétiques voisins les uns des autres comme formules et comme propriétés.

En résumé, il existe donc dans les mélanges dits *pois de Java* de nombreux glucosides cyanogénétiques; sans doute autant qu'il existe de variétés de ces représentants du *Phaseolus lunatus* L. Ce fait est intéressant à signaler, car il s'ajoute à ceux que l'on constate souvent dans l'extraction des bases végétales, notamment des aconitines et des digitalines dont les variétés sont des plus nombreuses.

(¹) Certaines de ces analyses ont été faites par M. Tribot, du Laboratoire Solvay, auquel j'adresse mes remerciements.

CHIMIE AGRICOLE. — *Dosage de l'acide malique et de quelques acides fixes dans le jus des fruits, fermentés ou non.* Note de M. **W. Mestrezat**, présentée par M. Müntz.

La méthode que j'ai étudiée dans les laboratoires de la station œnologique de l'Hérault, et que j'ai tout spécialement appliquée à l'étude des mouts et des vins, est fondée sur l'insolubilité parfaite dans l'alcool à 75° des malates, des tartrates et succinates de baryum, alors que les sels de baryum des autres acides organiques fixes, pouvant être rencontrés dans les jus de fruits ou les milieux de fermentation restent en dissolution (acides lactique, glycolique, etc.).

Pour l'application : un volume connu du jus à analyser est neutralisé par de l'hydrate de baryte; on redonne au liquide une très légère acidité par 3-4 gouttes d'une solution à 3 pour 100 d'acide acétique et l'on concentre à 15^{cm^3}, ce qu'on obtient facilement par quelques minutes d'ébullition dans le vide.

On ajoute 2^{cm^3} d'une solution à 30 pour 100 d'acétate de baryte, puis assez d'alcool pour porter la teneur moyenne à 80° environ. Il se forme un précipité que l'on sépare et qu'on lave par de l'alcool à 80°.

La liqueur claire contient le sucre, la glycérine, divers sels de baryum solubles, une partie de la matière colorante et la plupart des substances primitivement en solution dans le liquide analysé.

Le précipité renferme : les tartrates, malates et succinates de baryum; les gommes, les dérivés pectiques, albuminoïdes et les tannins.

Il est repris par de l'eau aiguisée d'acide sulfurique en quantité telle que les acides combinés au baryum soient libérés. Cette opération ne nécessite pas l'emploi de plus de 12^{cm^3} à 15^{cm^3} d'eau dans laquelle on désagrège le filtre avec le précipité qu'il contient. Le magma est additionné d'alcool concentré et porté à un volume connu, par exemple 100^{cm^3}.

Il y a précipitation des gommes, des matières pectiques et albuminoïdes : les acides et les tannins restant au contraire en solution.

Sur une partie du liquide clair on procède à la séparation de l'acide tartrique par addition de chlorure et d'acétate de potassium. A cet effet 80^{cm^3} du liquide filtré sont additionnés des sels potassiques ci-dessus, et complétés à 100^{cm^3} par de l'eau distillée : on met à profit l'insolubilité presque totale dans ce milieu à 65° de la crème de tartre. En 48 heures à 15° la précipitation est achevée. On filtre et on lave le précipité à l'alcool à 65°.

La liqueur ne renferme plus que des traces d'acide tartrique ($0^g,010$ pour 100^{cm^3} de liquide) dont on tient compte ultérieurement.

De ce liquide, dans le but d'une purification plus absolue, on sépare en bloc sous

forme de sels de baryum les acides malique, succinique et le tannin qui y restent à peu près seuls.

Pour cela on neutralise par une solution saturée d'hydrate de baryum, on ramène à acidité légère par l'acide acétique comme précédemment et l'on porte la teneur en alcool à 80° par addition d'alcool concentré. La précipitation est intégrale.

On dissout ce précipité dans l'eau en s'aidant d'une légère acidification par l'acide chlorhydrique et l'on obtient une solution aqueuse contenant seulement, en dehors des acides malique et succinique, des tannins que la liqueur acéto-mercurique de Laborde précipite absolument.

Pour doser l'acide malique, la liqueur filtrée, débarrassée des traces d'alcool qu'elle peut encore contenir, est titrée par une solution $\frac{n}{5}$ de caméléon en milieu sulfurique.

L'acide malique seul est oxydé et le virage rendu net par l'emploi d'une liqueur additionnelle d'acide oxalique.

Après oxydation par le permanganate, la liqueur évaporée à siccité absolue en présence de sable abandonne à l'éther l'acide succinique à l'état de pureté parfaite. La méthode appliquée à plusieurs reprises à un même liquide donne des résultats d'une parfaite constance.

Des quantités connues des trois acides : malique, tartrique et succinique, ajoutées aux liquides organiques les plus complexes, sont entièrement retrouvées. Le sucre, la glycérine n'ont aucune influence sur le dosage ainsi que le tannin et la plupart des corps que l'on peut rencontrer.

CHIMIE AGRICOLE. — *Les composés phospho-humiques du sol.* Note de M. J. Dumont, présentée par M. Maquenne.

Dans les terres normalement constituées, l'acide phosphorique n'appartient pas exclusivement à des combinaisons minérales; on en trouve toujours, mais en proportions parfois très variables, dans les substances humiques originelles ou dérivées. D'après les intéressantes recherches de MM. Berthelot et André, les composés phospho-conjugués d'un sol de Meudon contiendraient sensiblement autant de phosphore que les phosphates préexistants. M. Harry Snyder, d'autre part, cite le cas d'une riche prairie des États-Unis dans laquelle le quart environ de la matière organique se trouvait à l'état d'humates dosant 7,5 pour 100 de potasse et 12,17 pour 100 d'acide phosphorique.

La présence constante du phosphore dans la matière noire extraite du sol par traitement aux alcalis constitue, selon nous, une preuve suffisante en faveur de l'existence des composés phospho-organiques au sein même de la terre arable. Toutefois, il

convient de remarquer que ces corps n'ont pas une commune origine : les uns résultent simplement de la dégradation plus ou moins accentuée de débris végétaux riches en nucléine et en lécithine : ce sont les composés phospho-humiques originels, existant tout formés dans l'organisme; les autres prennent naissance par l'union directe des substances humiques avec les phosphates solubles qui se trouvent dans les eaux du sol : nous les nommons composés phospho-humiques artificiels.

M. Berthelot a reconnu, depuis longtemps, que l'acide humique dérivé du sucre absorbe de faibles quantités d'acide phosphorique quand on l'immerge dans une solution de phosphates alcalins. J'ai moi-même fait connaître, dans une Communication antérieure (¹), présentée par mon regretté maître P.-P. Dehérain, que les tourbes et l'acide humique naturel fraîchement précipité peuvent fixer le phosphate monocalcique en assez forte proportion. Tandis que l'acide phosphorique absorbé par l'humus brut tourbeux s'élève à 1 pour 100 environ, l'acide humique précipité peut en fixer 3 pour 100. Dans tous les cas, les nombres trouvés sont bien au-dessous de ceux que l'on obtient en analysant la matière noire des sols riches : la moyenne des dosages effectués par M. Grandeau sur les terres noires de Russie accuse en effet plus de 8 pour 100 d'acide phosphorique combiné à l'humus.

Dès lors, il pouvait être intéressant d'étudier les différents processus d'absorption des phosphates par les composés humiques. Je me propose, dans cette Note, de faire connaître les résultats que j'ai obtenus en précipitant l'acide humique, préalablement dissous dans les alcalis, en présence de solutions phosphoriques ou phosphatées. Et d'abord, comment se comporte l'acide phosphorique quand on l'emploie seul à la précipitation des humates alcalins? En traitant 50^{cm^3} d'humate potassique (contenant 2 pour 100 de matières organiques) par une liqueur d'acide phosphorique renfermant $2^g,336$ de P^2O^5, j'ai obtenu les résultats suivants :

	Pour 50^{cm^3} d'humate alcalin.
Acide phosphorique introduit	2,336
Acide phosphorique retrouvé	2,275
Acide phosphorique absorbé	0,061

Par rapport à la proportion d'acide humique existant dans la solution primitive, le coefficient d'absorption s'élèverait à plus de 6 pour 100 : il est deux fois supérieur à celui que nous avions trouvé en immergeant l'humus, préalablement précipité, dans du phosphate monocalcique.

Quand on remplace l'acide phosphorique par le phosphate mono-

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 435.

calcique, pour la précipitation des humates alcalins, on obtient, après quelque temps de contact, un abondant précipité qui paraît être une sorte d'*humophosphate calcique*. Ainsi, en précipitant des solutions d'humate potassique (neutres ou légèrement acétiques) par une liqueur de phosphate monocalcique dosant $2^g,06$ de P^2O^5, on a trouvé :

	Pour 100cm³ d'humate alcalin	
	neutre.	acétique.
Acide phosphorique introduit	2,060	2,060
Acide phosphorique retrouvé	0,877	1,160
Acide phosphorique absorbé	1,183	0,900

Avec le phosphate monocalcique, la fixation de l'acide phosphorique est sensiblement plus élevée et nous avons tout lieu de croire qu'il se forme des combinaisons spéciales. L'expérience montre, en effet, que les précipités ainsi obtenus contiennent ordinairement 8 à 12 pour 100 de P^2O^5, dont quelques milligrammes se dissolvent seulement dans l'eau bouillante et dans l'acide acétique cristallisable. Par contre, à l'ébullition, les carbonates alcalins entraînent la majeure partie de l'acide phosphorique.

Une autre preuve de l'existence des composés phospho-humiques résulte de ce fait qu'on peut aussi les préparer en précipitant par différents acides une solution d'humate additionnée de phosphate bipotassique. En ajoutant à 100^{cm^3} de solution 10^{cm^3} d'acides acétique, citrique, chlorhydrique ou sulfurique, l'analyse des précipités et des eaux résiduaires accusait respectivement :

	Acide phosphorique dosé (en grammes).					
	Série A.		*Série* B.		*Série* C.	
Réactifs employés pour précipiter l'acide humique.	P^2O^5 introduit : $0^g,2$.		P^2O^5 introduit : $0^g,5$.		P^2O^5 introduit : 1^g.	
	Humus.	Eaux.	Humus.	Eaux.	Humus.	Eaux.
Acide acétique	0,128	0,072	0,131	0,367	0,133	0,857
Acide citrique	0,123	0,076	0,127	0,374	0,124	0,872
Acide chlorhydrique	0,131	0,069	0,136	0,362	0,136	0,865
Acide sulfurique	0,130	0,069	0,139	0,358	0,146	0,852

On voit de suite que les proportions d'acide phosphorique entraînées par l'humus sont peu différentes, bien que nous ayons ajouté aux solutions d'humate des quantités très inégales de phosphate bipotassique. A partir d'une certaine limite, les propriétés absorbantes de l'acide humique doivent

être satisfaites et la richesse de la solution n'exerce plus d'influence sensible.

Il résulte en somme de l'ensemble de nos premières recherches que les composés phospho-humiques du sol se forment : soit par l'action absorbante que l'humus exerce à l'égard des phosphates solubles existant dans les eaux qui imprègnent les agrégats terreux, soit par la réaction de ces mêmes phosphates sur les humates alcalins engendrés naturellement par l'activité chimique de la terre arable qui se manifeste avec intensité à la suite des façons culturales.

ZOOLOGIE. — *Remarques au sujet du développement artificiel de l'*Ascaris vitulorum *Gœze*. Note de MM. **L. Jammes** et **A. Martin**, présentée par M. Alfred Giard.

Les résultats de nos expériences sur le développement de l'*Ascaris vitulorum* nous permettent de formuler un certain nombre de considérations :

1° La réceptivité de l'hôte de l'*Ascaris vitulorum* paraît dépendre, en premier lieu, de sa température.

2° La nature des sucs digestifs intervient ensuite. La succession d'un milieu acide et d'un milieu alcalin constitue une condition favorable. Les changements dans la composition de ces sucs selon les hôtes ou les anomalies fonctionnelles qui peuvent se produire sur chacun d'eux doivent nécessairement créer des états de réceptivité inégaux.

3° De là découlerait une explication possible de l'existence d'hôtes favorables ou défavorables; de la réceptivité inégale d'un même hôte à ses différents âges; de la coexistence de divers troubles digestifs avec des invasions de vers. Contrairement aux idées admises, la présence des Helminthes peut, en effet, ne pas être nécessairement la cause première de tous les accidents qui leur sont rapportés; il se peut que leur pullulation ne soit qu'une conséquence et en quelque sorte un *réactif* d'états pathologiques préexistants. Des observations cliniques paraissent confirmer cette manière de voir.

4° L'œuf doit subir dans l'estomac une action stimulante au contact du suc gastrique. Ce dernier, par contre, semble n'avoir aucune action appréciable sur la coque : Metzner a fait la même constatation sur la coccidie du Lapin.

5° Le passage de l'œuf en milieu alcalin peut être défavorable quand

l'embryon est insuffisamment développé. La rupture de la coque est un phénomène physique dont la production ne dépend pas de l'âge de l'embryon. Une rupture prématurée entraîne la destruction de l'œuf.

6° Nous nous croyons autorisés à penser qu'il existe pour les autres Helminthes des conditions de développement analogues à celles que nous avons constatées pour l'*Ascaris vitulorum*. Les différents modes évolutifs des Vers sont certainement régis par une loi générale simple. Les hôtes vivants ne sont pas des terrains prédestinés, mais des milieux où les éléments, devenus, par une longue adaptation, nécessaires à la vie des Helminthes, se trouvent réunis.

PHYSIOLOGIE. — *Sur la composition histologique de la lymphe des Ruminants.* Note de M. E. **Forgeot**, présentée par M. A. Chauveau.

Actuellement il est admis par les histologistes et les physiologistes classiques que la lymphe est un liquide incolore ou à peine ambré et qu'elle ne contient qu'un seul élément figuré, le *globule blanc*.

Cependant, dès 1670, Elsner avait trouvé, à la suite de la ligature des vaisseaux lactés, au lieu de chyle un liquide rouge comme du sang.

En 1774, Hewson montra que la lymphe issue de la rate contient des globules rouges; il les trouva aussi dans le vaisseau efférent d'un ganglion lymphatique. Tiedmann, Gmelin, Gürlt trouvèrent de la lymphe rouge dans les lymphatiques du bassin. D'autre part, Lane et Ancell (1840), Gulliver (1846) virent des globules rouges dans la lymphe et les considérèrent comme des globules jeunes.

Malgré ces recherches, la plupart des histologistes et des physiologistes admettent que la lymphe recueillie purement ne contient pas d'hématies; si la lymphe est rouge c'est qu'elle est souillée pendant l'établissement de la fistule ou par suite du reflux du sang dans le canal thoracique.

Pour Colin : « les globules rouges ne se trouvent pas dans la lymphe si elle est pure, sauf dans celle de la rate. Ceux qui s'y trouvent mêlés par accident y deviennent souvent dentelés et y éprouvent une réduction de diamètre que Ch. Robin évalue à 1^{μ} ou 2^{μ} » [1].

Depuis, Retterer (1901) a montré que la ligature du tronc lympathique

(1) Colin, *Physiologie comparée,* 3e édition, p. 160.

cervical d'un chien ou d'un lapin, saigné préalablement, provoque l'apparition des globules rouges dans la lymphe des ganglions et des lymphatiques ligaturés.

Sur la vache et la chèvre saines, tuées par hémorragie, nous avons recherché la composition de la lymphe en différents endroits du corps.

A l'œil nu, la lymphe contenue dans les lymphatiques sous-lombaires et le canal thoracique est rosée, de couleur variable suivant les vaisseaux, et montre au microscope une forte proportion de *globules rouges normaux*. La lymphe, à la sortie des ganglions poplités, ischiatiques, précruraux, contient des hématies; il en est de même de celle issue du ganglion sus-œsophagien, situé dans le médiastin postérieur. Nous n'avons pas trouvé de globules rouges dans le chyle extrait des lymphatiques mésentériques, soit sur le cadavre, soit par une fistule.

La lymphe, à la sortie des ganglions, contient donc des globules rouges. Il était intéressant de rechercher quelle était la composition de la lymphe lorsqu'elle arrive dans le sang; c'est ce que nous avons fait au moyen de nombreuses fistules établies à l'embouchure du canal thoracique, chez des veaux, des vaches de différents âges, des cabris et des chèvres.

Nous avons constaté que *la lymphe des Ruminants, extraite purement, varie de couleur suivant l'âge, les sujets et aussi suivant les moments où elle est recueillie.*

La lymphe des jeunes est blanche comme du lait; celle des adultes est rosée, parfois rouge. Sur un veau de cinq mois, ce liquide était blanc avec une légère teinte ocre.

La lymphe recueillie dans des éprouvettes peu larges, où elle se coagule immédiatement, montre une superposition de zones alternativement rouges et rosées, indiquant une variation de la composition histologique d'un moment à l'autre.

Chez *les jeunes,* la lymphe contient une *grande quantité de globules blancs,* (jusqu'à 60000 par millimètre cube) et *très peu de globules rouges* (1175 par millimètre cube sur un cabri de 6 jours).

Chez *les adultes et les sujets âgés la quantité de globules blancs diminue fortement;* tandis que le nombre *des globules rouges s'accroît dans des proportions notables* (5400 globules blancs et 46025 hématies par millimètre cube sur une vache très âgée; 10250 globules blancs et 235000 hématies sur une chèvre âgée de 6 ans).

Sur le même sujet, la quantité de globules rouges contenue par millimètre cube peut *varier du simple au double et même dans des proportions beaucoup plus grandes,* ainsi que le montre l'expérience suivante :

Chèvre âgée de 5 ans. — Le canal thoracique est simple et large à sa terminaison. Ligaturé, il se dilate fortement, et au moment de l'incision il donne un jet de lymphe opalescente, rose clair. Les dimensions du canal permettent l'introduction d'une canule large, de telle sorte que l'on peut recueillir de la lymphe pendant trois

jours, sans coagulation. La composition de la lymphe par millimètre cube se trouve dans le Tableau ci-dessous :

13 Mars 1906.			14 Mars 1906.			15 Mars 1906.		
	Globules			Globules			Globules	
Heures.	blancs.	Hématies.	Heures.	blancs.	Hématies.	Heures.	blancs.	Hématies.
h m			h m			h m		
9.25	Fistule		»	»	»	»	»	»
9.30	2950	23750	9.30	2900	18625	»	»	»
10.00	3750	45250	10.00	2650	55625	»	»	»
11.10	2550	23125	10.30	4200	77500	10.20	3900	67875
2.10	2050	30750	11.00	3800	53125	1.45	2650	39750
3.10	2800	31375	2.35	3450	90375	2.50	1950	52750
»	»	»	3.00	2500	103750	3.30	2300	52875
»	»	»	4.00	5000	93875	»	»	»

En résumé, à l'état physiologique, en dehors du chyle ne contenant pas de globules rouges, on trouve, dans l'organisme des Ruminants, deux sortes de lymphe :

1° Celle qui n'a pas encore traversé un ganglion lymphatique et ne contenant qu'un seul élément, le globule blanc et qui ne renferme jamais à l'état normal de globules rouges;

2° La lymphe sortant des ganglions et qui est susceptible de contenir un nombre variable de ces éléments.

Les ganglions lymphatiques des Ruminants ne sont donc pas seulement des centres leucopoïétiques; ils peuvent aussi contribuer à la formation des hématies.

PHYSIOLOGIE. — *Pigmentation des cheveux et de la barbe par les rayons X.* Note de MM. **A. Imbert** et **H. Marquès**, présentée par M. Bouchard.

L'un de nous qui, depuis le mois de janvier 1896, n'a cessé de s'occuper journellement des applications médicales des rayons X, avait constaté que ses cheveux et sa barbe, déjà presque complètement blancs, se pigmentaient progressivement au point d'acquérir une teinte plus foncée que la teinte primitive. Cette pigmentation était d'ailleurs assez intense et assez générale pour frapper spontanément les personnes de l'entourage et la cause ne paraissait devoir en être cherchée que dans une action due aux rayons X ; mais ce n'était là cependant qu'une hypothèse que nous n'avons pas cru devoir émettre jusqu'au jour où le fait suivant nous en a fourni une confirmation qui nous paraît absolument rigoureuse.

Ce fait est relatif à un homme de 55 ans que nous avons soumis à un traitement radiothérapique pour lupus de la joue gauche. Pour des raisons particulières, il ne fut fait usage, durant les premiers mois du traitement, d'aucun écran limitateur de la surface à irradier, si bien que les cheveux tombèrent sur une étendue de plusieurs centimètres tout autour de l'oreille; quant aux poils de la moustache, plus éloignés de l'ampoule à rayons X, aucune chute appréciable ne fut observée. Or les cheveux tombés ont depuis longtemps repoussé, et tous sont presque entièrement et complètement noirs dans les régions les plus voisines de l'oreille; la pigmentation nouvelle va d'ailleurs en s'atténuant pour les cheveux situés plus loin, mais elle est cependant manifeste. Quant à la moustache, la moitié gauche est aussi nettement moins blanche que la moitié droite qui était située plus loin du centre d'émission des rayons X.

Ces différences de pigmentation sont assez intenses pour pouvoir être accusées par la photographie, ainsi qu'en font foi les épreuves jointes à la présente Note, obtenues sans la moindre retouche et pour lesquelles on a éliminé, dans la mesure du possible, l'influence de l'éclairage.

Depuis que cette pigmentation nouvelle s'est produite, les cheveux ont été taillés à diverses reprises; ils ne sont plus, depuis de longs mois, soumis à l'action des rayons X, mais ils repoussent toujours avec la même teinte foncée. Il s'agit donc d'un effet durable, différent, croyons-nous, de la pigmentation bien connue et passagère de la peau sous l'influence du traitement radiothérapique et que l'on peut obtenir sans chute préalable des poils.

D'autres faits nous autorisent à ajouter que la teinte des cheveux blonds se fonce sous l'action des rayons X.

Quant au mécanisme suivant lequel se produisent les phénomènes de pigmentation que nous venons de relater, action directe sur les chromophages ou autre, nous ne pouvons actuellement rien dire encore de précis.

GÉOLOGIE. — *De Zinder au Tchad.* Note de M. **René Chudeau**, présentée par M. Alfred Giard.

L'ensablement presque général du pays, entre Zinder et le Tchad, en rend l'étude géologique singulièrement difficile.

Le premier rôle semble appartenir au Crétacé : les grès et argiles de Tegama (Cénomanien?) formant un plateau important de caractère déser-

tique, où les puits sont profonds (jusqu'à 70^m). J'ai déjà indiqué son extension entre Agadez et Ouamé. On peut suivre ce plateau avec certitude jusqu'à l'est de Koutoun, et probablement jusqu'au Tchad. La zone des puits profonds se retrouve sur la rive gauche du Niger, entre Gao et l'Adagh (E.-F. Gautier) et entre Tahoua et Niamey. Les cotes du plateau voisines de 500^m dans le Tegama, de 450^m dans l'Alakhos et le Koutoun, ne sont plus que de 270^m près du lac; la ligne de petites dunes qui borde la rive nord-ouest du Tchad ne permet pas de voir s'il y a jamais eu une berge marquée.

Sur le plateau cénomanien reposent, entre Zinder et l'Aïr, des grès et argiles: huîtres et ammonites, signalés pour la première fois par le capitaine Gaden et dont les débris forment les collines qui définissent le Damanghou (Turonien?). Vers l'Est, le Turonien (?) prend un facies plus nettement littoral et n'a laissé que des témoins gréseux. Dans l'Alakhos, ces témoins sont éloignés les uns des autres, laissant à découvert, sur de grandes surfaces, les grès et argiles du Tegama. Dans le Koutoun, ils se rapprochent et ne sont plus séparés que par des cañons. Leur puissance est d'une centaine de mètres.

Entre le Moungo et le Tchad, le plateau cénomanien est parsemé de dépressions elliptiques à bords abrupts et ensablés, profondes d'une quinzaine de mètres, et dont la plupart ont un diamètre inférieur à 1 kilomètre. Ces dépressions sont closes et probablement dues à la dissolution de sédiments solubles: l'exploitation du natron dans les principales masses du Manga est peut-être une justification de cette hypothèse.

Au sud du Damanghou et du Koutoun, le plateau cénomanien est interrompu: 1° par le massif gréseux d'Alberkaram et d'Ouamé, où des quartzites verticales à affleurement Nord-Sud appartiennent probablement au Silurien; 2° par le massif éruptif de Zinder, accolé au précédent vers le Sud et vers l'Est; 3° par le massif éruptif du Moungo large d'une vingtaine de kilomètres de l'Est à l'Ouest et d'une soixantaine du Nord au Sud (Vouschk à Yamia). Ce dernier massif contient les points culminants de la région: Barth a indiqué 950^m pour les sommets voisins de Vouschk; c'est, je crois, un chiffre trop élevé d'au moins 200^m. La ligne de partage des eaux entre le Niger et le Tchad se trouve dans les massifs moins élevés de Zinder et d'Alberkaram.

Malgré leur faible relief, le Damanghou, l'Alakhos, le Koutoun, le Moungo et les massifs de Zinder et d'Alberkaram présentent de moins mauvaises conditions que le plateau de Tegama et contiennent de nombreux villages.

La zone des puits de Tassr, Boulloum, Dalguian, à 50^{km} au nord-est du Koutoun, zone déprimée (380^m) couverte de dunes marquées, hautes de 25^m, semble indiquer comme substratum une pénéplaine plutôt qu'un plateau.

L'ensablement que j'ai signalé au début de cette Note est ancien; un erg important a recouvert tout le pays, de Zinder au voisinage de Chinmabik; mais c'est un erg mort fixé par la végétation, d'où la conclusion que le

climat de l'Afrique centrale a été, il y a quelques siècles, beaucoup plus sec que maintenant. E.-F. Gautier a fait la même remarque au voisinage de Tombouctou.

Quant au Tchad il présente pour le moment un phénomène curieux; depuis deux ans, il s'est vidé presque complètement et il ne reste actuellement que deux nappes d'eau, l'une à l'embouchure du Chari, l'autre à l'embouchure de la Komadougou. Les canaux étroits qui séparent les îles de Boudouma les unes des autres sont à sec; celles que j'ai vues sont formées d'alluvions récentes et peuvent, je pense, être considérées comme le delta anormal du Chari. D'après une tradition recueillie à Kouloua, le lac se serait déjà vidé il y a une centaine d'années.

A 4 heures l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures un quart.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 21 mai 1906.

(Suite.)

The John Crerar library eleventh annual report, for the year 1905. Chicago, 1906; 1 fasc. in-8°.

Meteorological observations at stations of the second order for the year 1901, with frontipisce map; pub. by Autority of the Meteorological Committee. Edimbourg, 1906; 1 vol. in-4°.

Bericht der Abteilung für Landestopographie und die Schweiz. Geodätische Kommission über die Arbeiten am Präzisionsnivellement der Schweiz in den Jahren 1893-1903, bearbeitet von J. Hilfiker. Zurich, 1905; 1 fasc. in-4°.

Bestimmung der Längendifferenz zwischen der Grossh. Sternwarte (Astronom. Institut) bei Heidelberg und der Kaiserl. Universität in Strassburg i. E. im Jahre 1903, *nach den Beobachtungen von L. Carnera, L. Courvoisier und W. Valentiner,* bearbeitet und herausgegeben von E. Becker und W. Valentiner. Karlsruhe, 1906; 1 fasc. in-4°.

Report of the director of the Meteorological Office upon an inquiry into the

relation between the estimates of wind-force according to admiral Beaufort's scale and the velocities recorded anemometers belonging to the Office, by G.-C. SIMPSON, and notes by Sir G.-H. DARWIN, W.-H. DINES and Commander CAMPBELL-HEPWORTH. Londres, 1906; 1 fasc. in-4°.

Annals of the astronomical Observatory of Harvard College; vol. LIII. *Miscellaneous researches* 1904-1905. Cambridge, Mass., 1905; 1 fasc. in-4°.

Sitzungsberichte der kgl. Böhm. Gesellschaft der Wissenschaften, mathematisch-naturwissenschaftliche Classe, 1905. Prague, 1905; 1 vol. in-8°.

Sitzungsberichte der königlich-preussischen Akademie der Wissenschaften, 1906, I-XXII. Berlin, 1906; 13 fasc. in-4°.

Journal and proceedings of the Royal Society of New South Wales, vol. XXXVIII, 1904. Sydney, 1905; 1 vol. in-8°.

Quarterly technology and proceedings of the Society of Arts; vol. XIX, n° 1. Boston, Mass., 1906; 1 fasc. in-8°.

ERRATA.

(T. CXLII, séance du 28 mai 1906.)

Note de M. *Béla-Szilárd,* Sur l'autocatalyse d'un système photochimique :

Page 1213, ligne 18, *au lieu de* γ, *lisez* q (deux fois).
Même page, lignes 1 et 2 en remontant, *au lieu de* γ, *lisez* q.
Page 1214, ligne 6, *au lieu de* isolant, *lisez* insolant.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 JUILLET 1906,

PRÉSIDENCE DE M. H. POINCARÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** s'exprime en ces termes :

J'ai le regret d'annoncer à l'Académie qu'elle vient de faire une nouvelle perte ; notre confrère, M. *Brouardel*, vient de nous être enlevé. Constamment sur la brèche, il se dépensait largement pour le bien de la Science et de l'humanité et son infatigable activité nous donnait l'illusion que la maladie ne pouvait avoir prise sur lui. Depuis quelques mois cependant sa robuste constitution était atteinte et il avait été obligé de prendre quelque repos. Dès lors ses amis commençaient à s'inquiéter; car ils savent que les hommes comme lui ne prennent de repos que quand toutes leurs forces sont usées. Leurs tristes pressentiments n'étaient que trop fondés.

M. Brouardel avait un des premiers compris le rôle capital de l'hygiène dans nos grandes cités contemporaines, il avait tenu une des premières places dans tous les congrès internationaux d'hygiène, et son esprit à la fois scientifique et pratique lui permettait de trouver pour ces problèmes complexes une solution à la fois conforme aux nécessités de la vie pratique et aux données les plus récentes de la Science. Nous appréciions tous son caractère et sa bienveillance et nos regrets seront unanimes.

Je vous propose de lever la séance en signe de deuil.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Action toxique et localisation de l'émanation du radium.* Note de MM. **Ch. Bouchard** et **V. Balthazard**.

Dans une précédente Communication faite en collaboration avec M. P. Curie ([1]), nous avons montré que l'émanation du radium est toxique pour les animaux, souris et cobayes, lorsqu'elle est introduite par la voie respiratoire. Nous ajoutions qu'il ne nous avait pas été possible d'obtenir d'effets nocifs en injectant les émanations avec des gaz dans le péritoine de cobayes ou de lapins. En modifiant le dispositif expérimental, les cobayes ont succombé aux effets de doses extrêmement faibles d'émanations produites d'une façon continue par une substance radioactive placée dans le péritoine à l'intérieur de sacs de collodion.

Expérience I. — 2^g de sulfate de baryte radifère d'activité 5000 sont placés dans un sac de collodion et introduits aseptiquement après laparotomie dans la cavité péritonéale d'un cobaye. La substance radioactive humide donne fort peu de radiations et par contre dégage des émanations qui traversent le collodion et se répandent continuellement dans les tissus du cobaye.

L'animal, qui pesait 610^g au début de l'expérience, ne pèse plus que 470^g au bout de 5 jours, 420^g au bout de 9 jours et il meurt le 10e jour, après avoir présenté une parésie généralisée avec paralysie presque complète du train postérieur et trémulations à l'occasion des mouvements volontaires. A l'autopsie, on trouve de la congestion des viscères, surtout des poumons, mais pas de péritonite.

Expérience II. — Le même sac lavé à l'eau bouillante est placé dans le péritoine d'un second cobaye qui meurt au bout de 15 jours après avoir présenté un amaigrissement notable. A l'autopsie on trouve un foie très congestionné et le poumon est farci d'hémorragies interstitielles.

Expérience III. — Le même sulfate radifère placé dans un autre sac, introduit dans le péritoine d'un cobaye, le fait succomber au bout de 16 jours. Le 8e jour, le sang de ce cobaye renferme 5600 leucocytes (dont 34 pour 100 de polynucléaires) et 4600000 globules rouges.

Un cobaye témoin reçoit dans le péritoine un sac de collodion renfermant 2^g de sulfate de baryte non radifère. Il survit et gagne 100^g en 2 mois. Le 8e jour son sang renfermait 16000 leucocytes (dont 52 pour cent de polynucléaires) et 5200000 globules rouges.

Cette dernière expérience prouve que la présence, dans le péritoine du

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 1384, séance du 6 juin 1904.

cobaye témoin, du sac de collodion rempli de sulfate de baryte ne trouble pas la santé de l'animal, et que les effets nocifs observés chez les autres cobayes sont bien dus à l'émanation du radium; or les 2^g de sulfate radifère renfermés dans le sac contiennent au plus 5^{mg} à 6^{mg} de sulfate de radium. On voit par là que de très faibles doses d'émanations peuvent tuer les animaux à condition qu'elles soient déversées continuellement dans leur organisme.

Il était intéressant de rechercher si l'émanation du radium se répand uniformément dans les tissus ou si au contraire elle se localise sur certains organes. Dans notre première Communication, nous avons montré par la méthode photographique que tous les tissus de l'animal qui a respiré l'émanation sont radioactifs, mais que les capsules surrénales et le poumon le sont à un degré plus élevé. Bien que les photographies aient été prises 3 heures après la mort, de façon à éliminer l'influence de la radioactivité induite, on ne pouvait déduire de leur examen des conclusions bien précises sur la localisation de l'émanation.

Nous avons donc repris ces expériences en mesurant dans chaque organe la quantité d'émanation dans les gaz extraits à l'aide d'une trompe à mercure, en nous servant de la méthode électrique de M. Curie, basée sur l'évaluation de la conductibilité électrique communiquée à ces gaz par la présence de l'émanation.

Expérience. — Un cobaye de 600^g reçoit dans le tissu cellulaire sous-cutané 10^{cm^3} de gaz contenant l'émanation émise en 4 jours par $0^g,025$ de radium d'activité 500000. Il est sacrifié 4 heures plus tard.

Les gaz extraits du poumon, des reins, des capsules surrénales, de la rate, d'un fragment de peau et du foie, sont introduits dans des condensateurs identiques, et, après quelques heures, lorsque leur dessiccation est complète, on mesure le temps pendant lequel il faut soutenir un poids de 100^g sur le plateau du quartz piézo-électrique pour contrebalancer l'effet, sur l'aiguille du galvanomètre, du courant qui traverse le condensateur.

On trouve que pour :

$3^g,60$ de poumon, il faut	$5^s,95$
4,70 de reins	54,74
0,68 de capsules surrénales	2,77
0,75 de rate	12,00
3,50 de peau	8,50
18,50 de foie	6,15

Pour la quantité totale d'émanation qu'ils renferment, les organes se classent donc

dans l'ordre suivant : capsules surrénales, poumon, foie, peau, rate, reins. Mais, si l'on rapporte à l'unité de poids de chacun de ces organes, on voit que :

1g de capsule surrénale renferme	4,7	fois plus d'émanation que 1g de	rate
»	11,4	»	poumon
»	15	»	peau
»	60	»	foie
»	100	»	reins

Un calcul approximatif permet d'évaluer au douzième de l'émanation injectée, ce qui reste encore au bout de 4 heures. Les 11 douzièmes ont donc été éliminés, surtout par la peau et le poumon; l'air expiré renferme en effet une quantité appréciable d'émanation, alors que les urines n'en contiennent que des traces.

D'autres expériences nous ont montré qu'au bout d'une heure après l'injection d'émanations, la localisation est beaucoup moins élective sur les capsules surrénales; les poumons et le foie surtout sont riches en émanations. A ce moment, chez un cobaye, on trouvait dans 1g de poumon autant d'émanation que dans 1g de foie, deux fois plus que dans 1g de capsules surrénales, huit fois plus que dans 1g de reins.

L'émanation se localise donc surtout à partir de la deuxième heure sur les capsules surrénales qui arrivent vers la quatrième heure à en contenir autant que le reste du corps.

Au bout de 5 à 6 heures après l'injection, l'organisme ne renferme plus d'émanation et les tissus ont perdu toute radioactivité.

Les recherches de Bergell, Braunstein et Bickel ayant prouvé que l'émanation accroît l'action zymotique de la pepsine, de la pancréatine et des ferments en général; la localisation élective de cette émanation sur les glandes à sécrétion interne n'est pas chose indifférente pour le thérapeute. Elle explique peut-être l'action stimulante qu'exercent sur les sécrétions les eaux minérales radioactives, lorsqu'elles sont prises à la source.

Il est assez curieux, en outre, de constater que l'émanation, qui jusqu'ici s'est montrée inerte au point de vue chimique, puisse se répartir d'une façon non uniforme dans l'organisme. Ce fait est à rapprocher de celui qui a été indiqué par M. Schlœsing pour un autre gaz inerte, l'argon, qu'il a vu se fixer d'une façon élective sur le sang.

GÉOLOGIE. — *Résultats de deux sondages profonds en Picardie;* Note de M. J. GOSSELET.

Le sondage entrepris à Saigneville au sud-ouest d'Abbeville par M. de Hulster, pour le compte d'une société qui recherchait la houille, vient d'être arrêté à $425^m,95$. Ce sondage et celui qui a été fait il y a quelques mois à Péronne par M. Hermary donnent des indications précieuses sur la structure géologique de la partie nord du bassin de Paris.

Le sondage de Saigneville a rencontré le terrain dévonien (grès famennien) à $408^m,80$, peut-être même vers 400^m. C'est le même terrain qui a été trouvé à Péronne à 484^m; c'est aussi le même qu'ont rencontré presque tous les sondages anciens et modernes faits au sud d'Arras.

Ces découvertes confirment les vues que j'ai émises depuis longtemps sur la structure profonde de l'Artois et de la Picardie. J'ai toujours enseigné que sous cette plaine de craie devaient se prolonger les terrains anciens du bassin de Dinant, qui affleurent tant en Belgique que dans l'Avesnois, disposés en bandes alternatives, les unes, anticlinales, de schiste et de grès famenniens, les autres, synclinales, de calcaire carbonifère. Quelquefois, au centre de ces derniers synclinaux, on rencontre un peu de houiller.

Sans concevoir une espérance bien grande de découvrir dans leur prolongement en Artois et en Picardie un bassin houiller amplement productif, puisque les synclinaux houillers du bassin de Dinant sont industriellement négligeables, on ne pouvait pas cependant renoncer absolument à cet espoir. Il y avait même presque un devoir de s'éclairer à ce sujet.

Il était évident qu'un sondage placé au hasard en Picardie n'avait que peu de chance de réussir. Mais il y avait une région qui paraissait plus indiquée que les autres pour la tentative; c'était la vallée de la Somme.

Tous les géologues admettaient que cette vallée correspondait à un synclinal géologique. La craie, disait-on, y est disposée en synclinal; on pouvait croire qu'il en était de même du terrain jurassique et des terrains primaires sous-jacents; suivant les idées régnantes, on devait, mieux que partout ailleurs, trouver dans ce synclinal primaire un grand développement du terrain houiller.

On pouvait en outre espérer que, si la vallée de la Somme correspondait

à une partie basse de la surface primaire, on y rencontrerait le terrain de trias, unissant les gîtes salifères de la Lorraine à ceux de l'Angleterre. On pouvait en outre se demander si l'on ne recouperait pas les couches de minerais de fer, reconnues dans le pays de Bray. Il y avait donc bien des raisons de tenter la fortune. De hardis pionniers s'y sont dévoués et malheureusement toutes leurs espérances ont été déçues.

Voici en résumé les couches traversées par les deux sondages :

	Saigneville alt. 10^m.	Péronne alt. 50^m.
	m	m
Terrains modernes et quaternaires	18	10
Craie	60	200
Gault et crétacique inférieur	87	54
Jurassique	135	220
Triasique	0	0
Dévonique (Famennien)	25	16

Outre l'absence du Trias, il y a à signaler la réduction du Lias, qui n'existe pas à Péronne et qui, à Saigneville, n'a certainement pas plus de 32^m, peut-être même beaucoup moins.

Non seulement le jurassique est incomplet par sa base, mais il semble aussi que ses assises supérieures font défaut. Les fossiles déterminables sont très rares. Ceux qu'a fournis le sondage de Péronne indiquent l'oxfordien, le corallien et le kimméridien. A Saigneville, l'oxfordien est bien caractérisé par *Belemnites Guzosianus* et *Ostrea dilatata*. On peut rapporter au kimméridien une argile provenant de 273^m de profondeur avec *Pholadomya, Ostrea* (*Alectromya*) *rostellaris* et une grande huître plate qui rappelle *O. deltoidea*.

A Saigneville, on a rencontré entre les premières argiles jurassiques et le gault une série de sables glauconifères avec lits intercalés les uns d'argile, les autres de calcaire. Cette série épaisse de 74^m ne peut être rapportée qu'au crétacique inférieur (néocomien, aptien, sable à *Amm. mamillaris*); mais elle n'est pas comparable à ce que l'on connaît dans le Boulonnais. Elle ressemble beaucoup plus aux sables et argiles qui ont fourni les Iguanodons de Bernissart. Ses couches supérieures ont donné des venues d'eau jaillissante tellement puissantes qu'elles ont interrompu le forage pendant plus d'un an.

A Péronne, la série analogue a 40^m d'épaisseur; elle a également produit de l'eau ascendante en très grande épaisseur.

Ces dépôts de sable glauconifère ont dû remplir en partie une grande dépression de la surface jurassique. Cette dépression a une origine primitive tectonique, mais elle a probablement été suivie d'un ravinement qui aura enlevé les couches portlandiennes.

La base de la craie décrit aussi une grande cuvette entre le pays de

Bray d'une part, le Boulonnais et la crête de l'Artois d'autre part; mais on n'y voit pas la trace des diverses ondulations reconnues à la surface.

Au point de vue économique les deux sondages enseignent que le bassin houiller de Lorraine, s'il se prolonge vers l'ouest, ne peut passer qu'au sud du pays de Bray.

PRÉSENTATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui devra être présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour le poste de Directeur de l'Observatoire de Bordeaux.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du premier candidat, le nombre des votants étant 34 :

M. Luc Picart obtient. . . . . 31 suffrages
M. Henry Bourget » . . . . 3 »

Au deuxième tour de scrutin, destiné à la désignation du second candidat, le nombre des votants étant 31 :

M. Henry Bourget obtient. . . . . 28 suffrages
M. Gonnessiat » . . . . 1 »
M. Jean Mascart » . . . . 1 »

Il y a un bulletin blanc.

En conséquence, la liste présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique comprendra :

En première ligne. . . . . M. **Luc Picart**
En seconde ligne. . . . . M. **Henry Bourget**

CORRESPONDANCE.

M. **Edmund Weiss**, élu Correspondant pour la Section d'Astronomie, adresse des remercîments à l'Académie.

M. le MINISTRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE communique à l'Académie un Rapport, adressé par M. le Gouverneur général de l'Algérie, relativement à l'échouage d'un Cétacé.

(Renvoi à la Section de Zoologie.)

M. le SECRÉTAIRE PERPÉTUEL signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Ferdinand Freiherr v. Richthofen; Gedächtnisrede gehalten von* ERICH VON DRYGALSKI.

2° Deux fascicules de la traduction française du *Traité de Physique*, de O.-D. CHWOLSON : *L'état gazeux des corps* et : *L'indice de réfraction. Dispersion et transformations de l'énergie rayonnante.*

3° *Contribution à l'étude des roches alcalines de l'Est-Africain*, par H. ARSANDAUX. (Présenté par M. A. Lacroix.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Extension de l'algèbre vectorielle à l'aide de la théorie des formes binaires avec des applications à la théorie de l'élasticité.* Note de M. ÉMILE WAELSCH.

1. A la quadrique binaire *réalisante* $(x+iy)\xi^2 - 2iz\xi\eta + (x-iy)\eta^2$, où x, y, z sont des nombres réels, correspond le vecteur réel v avec les coordonnées cartésiennes x, y, z. Par conséquent un *multipède réel* v^n correspond à une *forme réalisante* qui est le produit de n telles quadriques; ce v^n se compose de n vecteurs v_λ réels qui peuvent être choisis de la même longueur et sortant de l'origine O.

On peut donner v^n par n directions et un scalaire dont la valeur absolue $|v^n|$, la *grandeur* de v^n, est le produit des $|v_\lambda|$. Si ses v_λ tombent dans la même droite, v^n sera nommé *spécial*. Distinguons deux espèces de v^n (comme on le fait pour les vecteurs) : *polaires* et *axiales*, selon que v^n change de signe ou non par l'inversion par rapport à O; on peut imaginer que le v^n polaire contienne un nombre impair de vecteurs polaires.

2. *L'addition de deux n-pèdes* est définie par celle de leurs formes, dont la somme est de nouveau réalisante. On multiplie v^n par le scalaire v^0 en multipliant $|v^n|$ par $|v^0|$ et, si $v^0 < 0$, en inversant en même temps un des vecteurs v_λ de v^n.

Donc chaque forme d'ordre n des vecteurs e_ν (unités sur les axes des coordonnées) représente un multipède v^n. Mais par l'identité $\Sigma e_\nu e_\nu = 0$ elle se réduit à

$$F = F_n + e_3 F_{n-1},$$

où F_μ est une forme d'ordre μ en e_1, e_2. Cette forme F possède $2n+1$ coefficients, les *coordonnées* de v^n.

3. La *composition* (Ueberschiebung) $\alpha^{\text{ième}}$ des formes réalisantes de deux multipèdes v^n et v^m est réalisante; elle définit un multipède $v^{n+m-\alpha}$ qui sera nommé *produit* $\alpha^{ième}$ *des multipèdes* v^n et v^m et qui sera désigné par $v^n \dot{\alpha} v^m$.

Posons $v^n \dot{_0} v^m = v^n v^m$ et le *produit scalaire des n-pèdes* u^n et v^n : $u^n \dot{_n} v^n = u^n \cdot v^n$. Pour deux vecteurs u, v on a les produits uv, $u \dot{_1} v$, $u \cdot v$ qui sont respectivement le bipède contenant les vecteurs u et v, le produit vectoriel et deux fois le produit scalaire ordinaire de u et v.

4. On sait que chaque transformation du *groupe* G qui contient les rotations R autour de O et les homothéties avec le centre O peut être représentée par une transformation linéaire des variables binaires ξ, η. Les compositions de deux formes étant des invariants binaires simultanés des formes, les produits de deux multipèdes sont G-invariants simultanés de ces multipèdes.

Il suit d'un théorème fondamental de M. Gordan que chaque multipède M qui est G-invariant, rationnel et entier dans les coordonnées (voir n° 2) des multipèdes v^n, v^m, ... peut être trouvé seulement à l'aide de formations des produits définis ci-dessus. Un multipède M quelconque est exprimable par les multipèdes en nombre fini du *système complet des multipèdes* v^n, v^m, ... Le système complet de plusieurs vecteurs se compose par exemple d'eux-mêmes, de leurs produits scalaires, vectoriels et triples de la forme $u \dot{_1} v \cdot w$ (cf. *H. Burkhardt* pour les M qui sont des vecteurs). Le système complet d'un bipède $b = a^2$ contient : b, le bipède $h = \frac{1}{2} b \dot{_2} b$, le tripède $t = b \dot{_1} h$ et les apèdes $g_2 = \frac{1}{2} b \cdot b$, $g_3 = \frac{1}{3} b \cdot h$.

5. L'équation $v'^n = \sum_x a^x \dot{_x} v^n$, où les a^x sont des multipèdes donnés, définit les transformations L linéaires de v^n en v'^n.

Chaque *déformation* D *infiniment petite* par exemple peut être écrite :

$$v' = a^2 \dot{_2} v + a \dot{_1} v + \tfrac{1}{3} a^0 v,$$

où $a_0 = \theta$ signifie la dilatation cubique, le vecteur a détermine la rotation à O et le *bipède* a^2 *détermine justement le changement de figure dû aux glissements de* D.

6. Chaque scalaire S^ν, linéaire dans ν vecteurs v_λ, peut être trouvé par

l'addition des produits scalaires de multipèdes l (tous polaires ou tous axials) qui sont P-invariants de S^ν et des multipèdes P-invariants des φ_λ qui sont du $\nu^{\text{ième}}$ degré et linéairement indépendants. Ces l définissent S^ν; chaque multipède P-invariant de S^ν est invariant simultané des l [1]. Si S^ν est dérivé d'un phénomène physique, les l de S^ν sont des *multipèdes immanents du milieu* selon ce phénomène, suppléant les constantes correspondantes du milieu [2].

On a

$$(\text{I}) \qquad S^2 = l^2 \cdot uv + l \cdot u_{\dot 1} v + l^0 uv.$$

La forme linéaire en v et D pure, donnée par b et θ (cf. nº 5) est :

$$(\text{II}) \qquad l^3 \cdot vb + l^2 \cdot v_{\dot 1} b + l \cdot v_{\dot 2} b + l' \cdot v\theta.$$

La forme quadratique respectivement cubique en D pure est :

$$(\text{III}) \qquad e^4 \cdot b^2 + e^2 \cdot b\theta + e_1^2 \cdot h + e^0 g_2 + e_1^0 \theta^2,$$

$$(\text{IV}) \qquad c^6 \cdot b^3 + c^4 \cdot b^2\theta + c^3 \cdot t + c^2 \cdot bg_2 + c_1^2 \cdot h\theta + c_2^2 \cdot b\theta^2 + c^0 g_3 + c_1^0 g_2\theta + c_2^0 \theta^3.$$

7. Pour déterminer tous les S^ν *automorphes* S^ν_a, admettant un groupe C [3], on détermine les divers systèmes automorphes des multipèdes l de S^ν. On classifie d'abord le l immanent du plus haut ordre selon le C qu'il admet; les autres l doivent s'accommoder à ce C.

Les S^2_a de (I), où u, v sont de même espèce et les l sont axials (divers phénomènes physiques) peuvent avoir un l^2 : 1. général; 2. spécial; 3. $\equiv$ o. Le C correspondant est le groupe : 1_a. l'identité; 1_b. C^2 cyclique, 1_c. V (Vierergruppe); 2. des R autour de l^2; 3. de toutes les R. Ce sont en même temps tous les cas de S^2_a symétriques, si $l \equiv$ o. Pour les S^2_a asymétriques, le vecteur l, quand il doit admettre le C de l^2, n'entre qu'au cas 1 et puis aux cas 1_b et 2 tombant sur l'axe.

Si u, v dans I sont d'espèces différentes (W. Voigt, *Optique des cristaux hémimorphes*) et si les l sont polaires, on obtient outre les cas trouvés ci-dessus les cinq cas suivants avec des plans S et par suite avec $l^0 =$ o : l^2 orthogonal et (a) ayant son vecteur polaire (voir nº 1) dans S et son vecteur axial orthogonal à S (l dans S); (b) tombant

---

(1) Théorèmes analogues pour des multipèdes linéaires en plusieurs multipèdes ou plusieurs L. — Les l d'un scalaire S^ν donné peuvent se déterminer à l'aide du développement en série de Clebsch et Gordan d'une forme à plusieurs variables binaires.

(2) Les multipèdes immanents d'inertie d'un solide tournant autour de O sont par exemple un bipède et un apède.

(3) Groupe constitué par des transformations cristallographiques : rotations R, symétries par rapport à des plans S passant par O, transformations R_S (R suivie d'une symétrie par un plan S normal à l'axe de R).

dans S de R^4_8 ($l \equiv 0$); (a'), (b') admettant de plus C^2 autour de sa normale; $l^2 \equiv 0$, c) toutes les R autour de l et S par l.

Il est aussi aisé de trouver tous les II automorphes, par exemple si les l sont tous polaires (W. Voigt, *Piézoélectricité*) par la classification du tripède l^3.

8. Le *potentiel élastique d'un milieu anisotrope* E a la forme III. Les cinq multipèdes e^σ élastiques, immanents à E, suppléent les 21 coefficients élastiques.

On trouve tous les dix cas d'automorphisme élastique en classifiant seulement e^4 selon le C admis : 1° e^4 est général ; e^4 contient deux bipèdes qui ont en commun 2° une, 3° toutes les droites de symétrie qui sont 4° de plus congruentes et 5° de plus orthogonales ; e^4 contient 6° un tripède régulier dont l'axe est le quatrième vecteur de e^4 ; e^4 est 7° spécial et 8° $e^4 \equiv 0$. Le groupe G correspondant contient : l'identité, C^2, V, C^4 ou D^4 (groupe diédrique), le groupe octaédrique, C^3 ou D^3, toutes les R autour de e^4, toutes les R ; e^2, e^2_1 s'accommodent à ces C. En exprimant les e^4, e^2, e^2_1 par leurs formes F (voir n° 2) on obtient les scalaires invariants dont le potentiel peut être dérivé linéairement (cf. *Somigliana*). Dans le cas 7° d'un *axe d'isotropie élastique* le potentiel prend la forme $\alpha_1 a^4 \cdot b^2 + \alpha_2 a^2 \cdot b\theta + \alpha_3 a^2 \cdot h + \alpha g_2 + \alpha' \theta^2$, où les α sont des constantes et a est un vecteur de longueur 1 sur l'axe. Les cinq produits scalaires entrants sont exprimables linéairement par les invariants de rotation de Beltrami. Le cas 8° donne l'*isotropie complète;* le potentiel prend la forme $\alpha g_2 + \alpha' \theta^2$, justement celle de Helmholtz.

L'hypothèse de Poisson et Cauchy exigerait pour un milieu quelconque la relation $6\alpha' = 5\alpha$ (qui donne l'équation $\lambda = \mu$ de Cauchy) et la relation $7e^2_1 = 12e^2$ entre les bipèdes élastiques.

9. En additionnant III et IV on obtient le *potentiel élastique cubique* de E et les neuf multipèdes cubiques c^τ, élastiquement immanents de E.

M. Somigliana a démontré qu'il y a des potentiels cubiques qui contredisent la loi fondamentale de la *rationalité des indices*. Nous trouvons le cas général de la même propriété, dépendant encore de 18 constantes, comme : le 6-pède c^6 contient un 5-pède régulier c^5 et un vecteur qui tombe sur l'axe de c^5, les autres e^σ, c^τ deviennent spéciaux et tombent sur cet axe. Tous les autres cas du potentiel cubique ne contredisent pas la loi susdite. Entre eux, on trouve le cas du groupe C^6 cyclique, échappant pour un potentiel quadratique, si le 6-pède c^6 est régulier et si son axe contient les autres multipèdes. Si E est isotrope, le potentiel (cf. *W. Voigt*) prend la forme

$$\alpha g_2 + \alpha' \theta^2 + \beta g_3 + \gamma g_2 \theta^2 + \delta \theta^3.$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe de séries entières.* Note de M. **Michel Petrovitch**, présentée par M. Émile Picard.

Il existe une infinité de séries

$$(1) \qquad a_0 + a_1 z + a_2 z^2 + \ldots$$

à coefficients réels positifs et tels que l'équation algébrique en z, obtenue en égalant à zéro la somme de k premiers termes de (1), ait toutes ses racines réelles, quel que soit k. Certaines propositions de Laguerre *Sur les équations algébriques* [1] permettent même, quand on connaît une quelconque des telles séries, d'en déduire une infinité.

Appelons, pour abréger, *série* $\Omega(z)$ toute série (1) satisfaisant aux conditions précédentes; nous en indiquerons ici quelques particularités.

En désignant par $\zeta_1, \zeta_2, \ldots, \zeta_n$ les valeurs absolues des inverses des racines de l'équation algébrique

$$a_0 + a_1 z + \ldots + a_n z^n = 0,$$

on aura

$$\frac{a_n}{a_0} = \zeta_1 \zeta_2 \ldots \zeta_n,$$

$$\frac{a_1}{a_0} = \zeta_1 + \zeta_2 + \ldots + \zeta_n.$$

Les quantités ζ_i étant toutes réelles et positives, la proposition classique sur la moyenne géométrique conduit à l'inégalité

$$\sqrt[n]{\frac{a_n}{a_0}} \leqq \frac{1}{n} \frac{a_1}{a_0},$$

d'où l'on conclut que *le coefficient* a_n *de toute série* $\Omega(z)$ *est au plus égal à*

$$\frac{a_0}{n^n}\left(\frac{a_1}{a_0}\right)^n.$$

Par suite, *toute série* $\Omega(z)$ *représente une fonction entière de* z *du genre zéro ou un.*

L'inégalité précédente fait aussi voir que pour toute valeur réelle ou ima-

---

(1) *Œuvres*, t. I, p. 33-36, 199-206.

ginaire de z *le module de* $\Omega(z)$ *est inférieur à*

$$a_0 + a_1 r \mathrm{G}\left(\frac{a_1 r}{a_0}\right),$$

où $r = |z|$ *et où* $\mathrm{G}(z)$ *représente la transcendante entière*

$$\mathrm{G}(z) = \sum_0^\infty \frac{z^n}{(n+1)^{n+1}}.$$

L'expression de $\mathrm{G}(z)$ sous la forme

$$\mathrm{G}(z) = \int_0^1 e^{zt\log\frac{1}{t}} dt$$

conduit alors à de nombreux résultats dont voici quelques-uns, les plus immédiats.

On a d'abord l'inégalité

$$\mathrm{G}(r) < e^{\frac{r}{e}},$$

ce qui montre que l'*expression*

$$a_0 + a_1 r e^{\frac{a_1 r}{a_0 e}}$$

fournit aussi une limite supérieure du module de $\Omega(z)$.

D'après une proposition connue [1] les coefficients d'une série $\sum a_n z^n$ à coefficients positifs représentant une fonction entière du genre *zéro* ou *un* sont inférieurs aux coefficients correspondants de la série

$$a_0 e^{\frac{a_1 z}{a_0}}.$$

Nous remarquerons que les limites supérieures de a_n et du module de $\Omega(z)$, que nous venons de trouver, sont inférieures à celles fournies par cette dernière proposition et, par suite, *plus précises* que celles-ci.

La fonction $\Omega(z)$ croît indéfiniment pour les valeurs positives de z indéfiniment croissantes. Or, l'application de la formule classique de Laplace relative aux valeurs des intégrales de la forme

$$\int_a^b u(t)[r(t)]^n dt,$$

---

(1) Borel, *Leçons sur les fonctions entières*, p. 34-36.

pour n très grand, conduit à l'égalité asymptotique

$$G(z) \sim \sqrt{\frac{2\varpi}{e}} \frac{e^{\frac{z}{e}}}{\sqrt{z}},$$

laquelle, combinée avec les inégalités précédentes, montre qu'*une série* $\Omega(z)$ *quelconque croît moins vite que la fonction*

$$\frac{A e^{\alpha z}}{\sqrt{z}}$$

où A *et* α *sont des constantes ayant pour valeurs*

$$A = a_1 \sqrt{\frac{2\varpi a_0}{e a_1}}, \qquad \alpha = \frac{a_1}{e a_0}.$$

Une proposition démontrée antérieurement (¹), combinée avec les inégalités qui précèdent, conduit aux résultats suivants : *les zéros d'une série* $\Omega(z)$ *quelconque sont plus grands en valeur absolue que*

$$C \frac{a_0}{a_1},$$

C *étant la constante numérique*

$$C = \frac{1}{\sqrt{\sum_0^\infty n^{-2n}}} = 0{,}696\ldots$$

et, d'une manière plus générale, *le produit des valeurs absolues des m premiers zéros de* $\Omega(z)$ *est plus grand que*

$$C \left(\frac{a_0}{a_1}\right)^m.$$

On conçoit, d'ailleurs, facilement que les inégalités indiquées permettent des nombreuses applications des résultats récents sur les séries de Taylor aux séries $\Omega(z)$ dont il est ici question.

(¹) M. PETROVITCH, *Bull. de la Soc. math. de France*, t. XXIV, 1901, p. 303-312. — E. LANDAU, *Bull. de la Soc. math. de France*, t. XXXIII, 1905, p. 251-261.

GÉOGRAPHIE. — *La projection de Lagrange appliquée à la Carte de la Russie d'Europe.* Note de M. N. DE ZINGER, présentée par M. Bouquet de la Grye.

Dès 1856, M. Tchébichef a démontré, dans deux Mémoires sur la construction des cartes géographiques, un principe essentiel pour la théorie des projections selon lequel, de toutes les représentations conformes d'un pays, la meilleure, au point de vue du changement de l'échelle, est la projection où l'échelle ne varie pas tout le long du contour du pays. D'après ce principe, dans tous les cas, quand le pays donné n'est pas très grand et que sa figure ne s'éloigne pas trop d'une ellipse, la projection de Lagrange doit être préférée à toutes les autres, parce que les courbes d'égales échelles ont à peu près une figure elliptique (ou d'autres figures de second ordre) plus ou moins étendues le long des méridiens ou le long d'un axe perpendiculaire au méridien, selon le choix de la constante de cette projection.

Si l'on prend le point central d'un pays avec une latitude φ_0 comme point de départ et le méridien comme un des axes de coordonnées sphériques x et y, alors (d'après Tchébischef) les lignes d'égales échelles seront représentées par l'expression suivante :

$$(1-A)\left(\frac{x^2}{2}\right)^2+(1+A)\left(\frac{y}{2}\right)^2=\frac{m}{m_0}-1=\mu,$$

où μ représente l'augmentation relative de l'échelle m comparativement à sa valeur m_0 au point central, la valeur A dépend de la latitude φ_0 et d'un coefficient de la projection C; leur relation est la suivante :

$$A=(C^2-1)\sec^2\varphi_0.$$

Les points (x, y) du contour elliptique du pays avec les demi-axes donnés a et b doivent satisfaire à cette équation, si les axes sont orientés selon les méridiens et perpendiculairement; partant, les valeurs de A et puis de C peuvent être trouvées par la résolution de la fonction suivante :

$$\mu_{max}=(1-A)\left(\frac{a}{2}\right)^2=(1+A)\left(\frac{b}{2}\right)^2$$

$$A=\frac{a^2-b^2}{a^2+b^2} \qquad \text{et} \qquad C^2=1+A\cos^2\varphi_0;$$

et la plus grande valeur de μ_{max} pour le contour correspondant sera :

$$\mu_{max}=\frac{1}{2}\cdot\frac{a^2b^2}{a^2+b^2}.$$

Ainsi pour la Russie d'Europe, pour la Transcaucasie et la partie méridionale de la Nouvelle-Zemble le demi-axe de méridien a de la plus petite ellipse qui l'embrasse se trouve être de 19°; l'axe perpendiculaire $b = 14°,5$ et le centre de l'ellipse est sur le parallèle de $56° = \varphi_0$. Alors on trouve les valeurs approchées de C et de μ_{max} :

$$C = 1,04 \qquad \text{et} \qquad \mu_{max} = 0,020.$$

Si l'on adoptait la projection stéréographique ($C = 1$) la différence des échelles dans les mêmes conditions serait $\mu_{max} = 0,026$; pour une projection conique (Gauss) $\mu_{max} = 0,847$.

Voilà pourquoi, quand il fut question à la Société de Géographie impériale russe de reconstruire la carte de la Russie d'Europe à l'échelle de 1 : 1 640 000 (sous la rédaction de M. J. de Schokalsky), on adopta la projection de Lagrange avec la valeur de $C = 1,04$ et les coordonnés du point central: $\varphi_0 = 55°$ et $L_0 = 42°$ (de Green.), la plus petite valeur de $\frac{m}{m_0}$ pour ce point $= 0,994$. Cette dernière est égale à l'unité sur un contour ayant la figure d'un œuf embrassant le golfe de Finlande et les parties des mers Blanche, Caspienne et d'Azof. Les plus grandes valeurs de $1,010 : 1,014 \left(\frac{m}{m_0}\right)$ se trouvent en Pologne, à la frontière norvégienne, à la Nouvelle-Zemble, au nord de la chaîne de l'Oural et au sud de l'embouchure de la rivière Koura en Transcaucasie.

Il est intéressant de remarquer qu'en Suisse on s'occupa dernièrement de la même question : recherche d'une meilleure projection que celle de Bonn. Comme ce pays peut être entouré par une ellipse, ayant son centre au point $\varphi_0 = 46°45'$ et $L_0 = 8°$, avec un demi-axe du méridien $a = 1°3'$ et $b = 1°44'$, on trouve en adoptant la projection de Lagrange :

$$C = 0,885 \qquad \text{et} \qquad \mu_{max} = 0,00012;$$

tandis que celles de Gauss et de Mercator (avec un axe incliné) donnent $\mu_{max} = 0,00015$ et pour la projection stéréographique on aura $\mu_{max} = 0,00020$.

On peut ajouter que toutes les formules de la projection de Lagrange deviendraient beaucoup plus simples et les contours d'égales échelles plus près des ellipses si l'on adopte $\varphi_0 = 0$. Dans ce cas nous aurions une projection de Lagrange avec axe incliné qui pourrait être employée avec profit pour les cartes des pays qui sont étendus le long d'une ligne coupant le méridien sous un angle autre que 90°; il faudrait alors transformer les

coordonnées géographiques de tous les points du réseau géographique de la projection selon le cas.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la mobilité des ions produits par la lampe Nernst.* Note de M. L. **Bloch**, présentée par M. Lippmann.

La conductibilité de l'air au voisinage des métaux et des oxydes métalliques incandescents est un fait établi par de nombreuses recherches (¹). Mais la mobilité des ions qui se produisent dans ces circonstances a été peu étudiée. Dans le cas du platine incandescent, Mac Clelland (²) a trouvé des mobilités beaucoup plus faibles que celles des ions produits par les rayons Röntgen. Nous avons cherché à déterminer la mobilité des ions produits par le filament Nernst, c'est-à-dire par un mélange d'oxydes incandescents.

La lampe Nernst employée ($0^{amp.},5$, 95^{volts}) porte un brûleur dernier modèle composé d'une spirale de chauffage aplatie reposant sur un socle en porcelaine et d'un filament proprement dit placé à une distance de 1^{mm} environ au-dessus de la spirale. Pendant la période de chauffage, la spirale seule est incandescente, et l'on peut constater qu'elle donne déjà lieu à une ionisation notable. Nous avons essayé d'étudier cette ionisation en nous servant d'une lampe hors d'usage dont le filament avait été détruit. Mais on est arrêté dans les mesures par le fait que la spirale de chauffage n'a pas été prévue pour supporter longtemps un courant intense et vient à brûler au bout d'un temps variable. Toutes les expériences qui suivent portent sur l'ionisation due au filament seul.

La méthode employée est la méthode ordinaire des courants gazeux. L'aspiration des gaz se fait au moyen d'une trompe à eau. La lampe est placée sous un chapeau de porcelaine muni d'une tubulure latérale, également en porcelaine, qu'on rattache directement par un caoutchouc très court au tube à mobilités. On a dû renoncer à l'emploi d'un chapeau métallique pour éviter les échauffements excessifs par conduction, qui sont une cause d'irrégularité dans les mesures. Les lectures de courants se font au moyen d'un électromètre Curie très sensible. Les débits gazeux sont directement fournis par un compteur à gaz.

Il est possible de se servir du tube à mobilités soit pour construire des courbes de saturation, soit pour construire les courbes de Zeleny. Les premières représentent la variation du courant recueilli dans un condensateur cylindrique en fonction du voltage,

---

(¹) Mac Clelland, *Proc. Camb. Phil. Soc.*, t. X, 1900, p. 241 et t. XI, 1901, p. 296. — Richardson, *Proc. Camb. Phil. Soc.*, t. XI, 1902, p. 286. — Wehnelt, *Ann. de Phys.*, t. XIV, 1904, p. 425. — *Phil. Mag.*, t. X, juillet 1905.

(²) *Loc. cit.*

les secondes représentent la variation en fonction du voltage du courant recueilli dans la seconde partie d'un condensateur cylindrique double. Chacune de ces deux sortes de courbes, qui se contrôlent l'une l'autre, permet une mesure des mobilités.

Pour éviter qu'une partie des ions ne se perde avant d'atteindre le tube à mobilités, il conviendrait de supprimer tout champ électrique entre le filament et le chapeau. Cette condition ne peut être réalisée parce que le filament lui-même est le siège d'une variation de potentiel. Il importe du moins que le champ parasite reste *invariable* au cours des expériences. A cet effet, on tapisse *intérieurement* le chapeau d'une feuille de clinquant reliée au tube; on relie en même temps au tube (sans interposition de résistances liquides) un des pôles du filament, ainsi que la garniture métallique de la lampe. De cette façon, lorsqu'on fait varier le potentiel du tube à mobilités, le champ électrique qui environne la lampe demeure invariable.

Dans ces conditions on constate que *les phénomènes dépendent essentiellement du pôle du filament relié au tube* (1) :

1° Pôle positif relié au tube : le courant négatif est *énorme*, le courant positif *sensiblement nul*.

2° Pôle négatif relié au tube : le courant positif est *énorme*, le courant négatif est très notable, mais beaucoup *moins grand* que dans le cas précédent.

Ces phénomènes peuvent s'interpréter, au moins dans leurs grandes lignes, en faisant intervenir le champ électrique qui existe entre le filament et le chapeau. D'ailleurs les effets fournis par les ions négatifs se sont trouvés exactement les mêmes, à l'intensité près, quel que soit le pôle de la lampe relié au chapeau.

Afin d'éliminer les effets perturbateurs dus à l'échauffement progressif du chapeau et du tube, on a construit les courbes de saturation en procédant d'abord par voltages croissants, puis par voltages décroissants, et prenant la moyenne des deux séries. Les courbes de Zeleny ont été construites en n'allumant la lampe que pendant le temps d'une lecture et laissant refroidir 10 ou 15 minutes entre deux lectures. Les résultats obtenus par les deux procédés sont parfaitement comparables.

L'inspection des courbes de saturation, comme celle des courbes de Zeleny, montre que les ions présents dans l'air puisé au voisinage de la lampe Nernst n'ont pas tous même mobilité, sans doute parce que l'appareil n'a

---

(1) M. Fleming (*Phil. Mag.*, mai 1906), en plaçant une lampe Nernst dans l'axe d'un cylindre métallique, dit n'avoir observé qu'une conductibilité unipolaire (négative) du filament vers le cylindre.

pas partout la même température. Les mobilités moyennes, tant des ions négatifs que des ions positifs, semblent voisines de $0^{mm},30$, avec des valeurs qui peuvent atteindre $0^{mm},35$ pour les ions les plus mobiles, et descendre au-dessous de $0^{mm},15$ pour les ions les moins mobiles (qui sont aussi les moins nombreux).

Il était intéressant de rechercher si la mobilité moyenne varie lorsque au lieu de la mesurer *à chaud* on la mesure *à froid*.

A cet effet, le chapeau de porcelaine est directement relié à un grand récipient métallique d'une capacité de 50^l environ. Les gaz qui ont traversé ce récipient passent par un serpentin en cuivre muni d'un réfrigérant à eau, où ils achèvent de se refroidir. Ils sont reçus dans un second récipient, d'une capacité de 65^l environ, et passent de là dans l'appareil à mobilités, semblable à celui qui a été employé jusqu'ici, mais de capacité beaucoup plus grande. Le chapeau garni de métal, les deux récipients, le serpentin et l'un des pôles du filament sont reliés au sol. Le second récipient est relié au tube par un raccord de caoutchouc de 50^{cm} de longueur, et le champ parasite assez faible qui existe dans cette région est sans action appréciable sur les ions qui ont perdu une grande partie de leur mobilité.

Les courbes de saturation obtenues dans ces conditions, en opérant sur les gaz complètement refroidis, ont une allure semblable à celle des courbes obtenues à chaud, seulement les voltages qui correspondent au même degré de saturation sont 5 fois supérieurs à ce qu'ils étaient auparavant. En faisant cette réduction, tenant compte du changement de capacité de l'appareil et de la nouvelle valeur du courant gazeux, on obtient des mobilités voisines de $0^{mm},02$. La mobilité obtenue à froid est donc du même ordre que celle qui a été déterminée pour les gros ions dans le cas des gaz de la flamme (1).

ÉLECTRICITÉ. — *L'étude expérimentale des transmissions télégraphiques.* Note de M. **Devaux-Charbonnel**, présentée par M. H. Poincaré.

L'étude des phénomènes qui accompagnent la propagation du courant est des plus importantes pour la télégraphie. Si l'on connaissait le rôle joué par les constantes de la ligne et de l'appareil, on pourrait, en les modifiant, améliorer les transmissions d'une manière rationnelle. La question a

---

(1) Voir E. Bloch, *Journal de Physique*, nov. 1905.

bien été résolue d'une façon générale au point de vue mathématique, mais elle n'a pas encore reçu une forme qui permette de l'adapter commodément aux cas assez compliqués de la pratique. En l'état actuel de nos connaissances, une étude expérimentale paraît être appelée à rendre des services aussi bien au praticien pour le renseigner sur le rôle des organes qu'il a à utiliser qu'au théoricien pour le fixer sur l'ordre d'importance des différents facteurs du problème.

Nous avons cherché à nous rendre compte, au moyen de l'oscillographe de M. Blondel, des diverses phases de la propagation du courant et nous donnons ci-après les premiers résultats auxquels nous sommes arrivé.

Vitesse de propagation. — Le front de l'onde se propage avec la vitesse que lui assigne la théorie. On sait qu'en désignant par γ et λ la capacité de la self-induction par unité de longueur cette vitesse est

$$v = \frac{1}{\sqrt{\gamma\lambda}}.$$

On déduit des valeurs déterminées expérimentalement :

	Lignes en cuivre.	Lignes en fer.
γ.	0,009 microfarad par kilomètre	0,009 microfarad par kilomètre
λ.	0,002 henry par kilomètre	0,006 henry par kilomètre
v.	236000^{km} par seconde	136000^{km} par seconde

Cette vitesse est bien celle que donne l'expérience. Elle est inférieure à celle de la lumière, parce que le conducteur n'est pas isolé dans l'espace. La capacité est augmentée de près de moitié, à cause des surfaces conductrices voisines et, pour le fer, la self-induction est triplée à cause de la perméabilité du métal.

Ligne sans appareil. — Quand il n'y a aucun appareil sur la ligne, dès que le front de l'onde arrive à l'extrémité, le courant apparaît avec une valeur assez grande, supérieure parfois à la moitié de celle qui correspond au régime permanent. La courbe présente un maximum quand la quantité

$$\delta = \frac{2\pi}{R}\sqrt{\frac{L}{C}}$$

est voisine de 3 (R, L et C représentent la résistance, la self-induction et la capacité totales).

La période variable paraît terminée au temps

$$\theta = \sqrt{CL}.$$

Ligne avec appareil. — En local, sur un circuit ne comprenant qu'une pile et un appareil, le régime permanent est atteint en pratique au bout du temps

$$t = 4\frac{L_1}{R_1}$$

(R_1 et L_1 résistance et self-induction de l'appareil).

Quand l'appareil est relié à une ligne aérienne, ce temps est considérablement réduit. La durée du régime variable paraît pouvoir être représentée par la formule

$$T = \sqrt{CL} + \frac{3}{4}\frac{L_1}{R_1}.$$

Cette formule, d'un caractère essentiellement empirique, a été vérifiée pour des lignes composées de parties aériennes de 200^{km} à 1000^{km}, comprenant une section souterraine de 7^{km} à 8^{km} à chaque extrémité et accouplées à des appareils Morse et Baudot.

Elle a une certaine importance, car l'expérience montre que, pour être correctement reçus, les signaux doivent se succéder à un intervalle tel que le régime variable qui correspond à l'un d'eux soit achevé au moment où le suivant apparaît. Le temps T représente donc en pratique la durée la plus courte que l'on puisse donner à un signal et, par conséquent, il définit la vitesse de transmission maxima.

Dans toutes les expériences, le facteur δ avait une valeur supérieure à l'unité. La théorie montre que cette condition est nécessaire pour que la self-induction de la ligne joue un rôle utile et compense la capacité. En restant dans ces limites, la vitesse de transmission sera d'autant plus grande que l'on pourra attribuer des valeurs plus faibles à la capacité et à la self-induction. La capacité des lignes aériennes est pratiquement indépendante de la nature et du diamètre du fil, mais la self-induction est plus élevée pour les lignes en fer. Les lignes en cuivre présentent donc un avantage marqué sur ces dernières.

Pour les lignes souterraines et sous-marines, la valeur élevée de la capacité nuit à la vitesse des transmissions. Il y aura intérêt à les modifier, de manière à leur donner des qualités semblables aux lignes aériennes. On a déjà proposé d'augmenter artificiellement leur self-induction en intercalant des bobines sur le conducteur ou en l'enveloppant d'un ruban de fer doux. Si l'on pouvait donner à δ une valeur voisine de l'unité, on arriverait à

tripler le rendement des lignes de moyenne longueur et à doubler celui des plus grands câbles sous-marins.

Quant à la résistance, et le fait est digne de remarque, elle ne semble jouer qu'un rôle secondaire dans la durée du régime variable et n'intervenir que pour fixer la valeur du courant en régime permanent.

Pour le récepteur, sa capacité, toujours très faible, paraît négligeable en pratique. Il intervient, par sa constante de temps, dans la valeur de T et il en constitue, en général, la part principale. Un relais Baudot ordinaire y introduit la valeur 0,0052 seconde, alors qu'une ligne en cuivre de 500^{km} ne donne que 0,0021. Il y a donc le plus grand intérêt, pour la télégraphie rapide, à trouver des récepteurs dont la self-induction soit aussi réduite que possible.

PHYSIQUE. — *Sur la relation qui existe entre la résistance électrique et la viscosité des solutions électrolytiques.* Note de M. P. MASSOULIER, présentée par M. J. Violle.

J'ai déjà montré (1), après beaucoup d'autres expérimentateurs, que la résistance électrique et la viscosité des solutions électrolytiques éprouvent des variations de même sens et de même ordre de grandeur. Mais tandis que les variations obtenues, en général, par changement de la concentration ou de la température, ou en employant des mélanges d'eau et d'alcool sont assez faibles, j'ai pu opérer dans de plus larges limites en utilisant comme solvants du sulfate de cuivre des mélanges d'eau et de glycérine.

J'ai eu depuis l'occasion de reprendre cette étude sur des solutions de chlorure de potassium : 1° dans ces mêmes mélanges d'eau et de glycérine; 2° dans de l'eau épaissie avec du sucre.

1° Les expériences sur les mélanges d'eau et de glycérine ont été effectuées à 0° avec des dilutions correspondant à une molécule-gramme de chlorure dans 20^l, 40^l, 80^l et 160^l, et des solvants renfermant des volumes de glycérine égaux à 0, 1, 2, 3, 4 dixièmes du volume de la solution. En désignant par V les viscosités des solvants qui, pratiquement, sont les mêmes que celles des solutions, par C_{20}, C_{40}, C_{80}, C_{160} les conductibilités

(1) *Comptes rendus*, t. CXXX, 1900, p. 773.

relatives aux diverses dilutions, les résultats obtenus sont représentés par le Tableau ci-dessous :

Glycérine.	0.	$\frac{1}{10}$.	$\frac{2}{10}$.	$\frac{3}{10}$.	$\frac{4}{10}$.
V.	28	40	60	94	157
C_{20}	1036	768	566	380	240
$C_{20}.V$	290	307	340	357	377
C_{40}	1062	796	579	392	250
$C_{40}.V$	297	318	347	368	392
C_{80}	1081	816	580	398	252
$C_{80}.V$	303	326	348	374	396
C_{160}	1097	823	583	405	249
$C_{160}.V$	307	329	350	381	391

Pour une dilution donnée les produits C.V ne sont donc pas constants, c'est-à-dire que la résistance n'est pas proportionnelle à la viscosité; mais, tandis que la viscosité varie de 28 à 157, soit de 1 à 5,6, la conductibilité éprouve des variations de sens contraire et de même ordre et le produit C.V ne varie que fort peu : les variations relatives de ce produit sont seulement de 0,34, 0,32, 0,30, 0,27 de ses valeurs primitives respectives pour les dilutions de 20^l, 40^l, 80^l, 160^l.

2° Des expériences sur les mélanges d'eau et de sucre ont été effectuées à 25°; les solutions renferment une proportion de sucre qui croît de 0 à 30 pour 100 et la dilution correspond toujours à une molécule-gramme de chlorure de potassium dans 100^l.

Dans ces conditions, les viscosités ont varié de 238 à 588, soit de 1 à 2,4; les résistances de 135,5 à 263, soit de 1 à 1,94; les produits C.V de 176 à 223, ce qui ne représente qu'une variation relative de 0,31.

Dans aucun des cas étudiés il n'y a donc proportionnalité rigoureuse entre les variations de résistance et de viscosité, ce qui s'explique fort bien par ce fait que l'ionisation, dont dépend essentiellement la conductibilité électrique, doit être influencée par les variations de composition du dissolvant.

Toutefois la première série d'expériences montre que le produit C.V est d'autant moins variable que la solution saline est plus diluée et, par suite, que l'on approche davantage de l'ionisation complète. On serait donc conduit à opérer avec des dilutions considérables si la conductibilité propre du solvant n'introduisait alors des perturbations notables qui suffisent peut-être à expliquer les faibles accroissements que j'ai toujours observés pour

le produit CV à mesure que le solvant s'enrichit en glycérine ou en sucre.

Quoi qu'il en soit, nous sommes bien en présence d'un phénomène important et général et je me propose d'en faire une étude aussi détaillée et aussi complète que possible.

ÉLECTROCHIMIE. — *Influence de la pression et de la forme de la décharge sur la formation de l'ozone.* Note de **M. A. Chassy**, présentée par M. Lippmann.

Hautefeuille et Chappuis ont reconnu que, si l'on diminuait la pression de l'oxygène soumis à l'action de l'effluve, la production d'ozone était légèrement ralentie. Pour étudier complètement ce phénomène, il faut distinguer deux ordres de faits, bien différents, comme je l'ai montré dans mes Notes antérieures : 1° la rapidité initiale de la formation d'ozone; 2° la limite atteinte quand la quantité d'ozone cesse d'augmenter.

J'ai montré en effet que la quantité d'ozone formée par unité de temps, ou vitesse de formation de l'ozone, décroît peu à peu, à mesure que la proportion d'ozone augmente, pour tendre vers zéro quand on s'approche de la limite. Cette vitesse dépend de la tension électrique, mais la limite, c'est-à-dire la proportion maximum d'ozone que l'on puisse obtenir, n'en dépend pas, pourvu que l'on ait dépassé la tension critique au-dessous de laquelle on n'observe pas de formation sensible d'ozone.

L'appareil employé se compose d'un ozoniseur de même genre que celui de M. Berthelot et communiquant avec l'une des branches d'un manomètre différentiel à acide sulfurique. L'autre branche du manomètre communique avec une ampoule fermée, placée à côté du tube à ozone, dans un grand bain liquide. Pendant le remplissage avec l'oxygène pur, ou lorsqu'on diminue la pression, l'ozoniseur et l'ampoule communiquent ensemble, par un tube à robinet, afin que la pression initiale soit la même dans ces deux récipients. On interrompt cette communication avant de faire passer l'effluve, et la proportion d'ozone formé se déduit de l'indication manométrique. L'emploi d'un bain et de l'ampoule compensatrice permet d'éviter les corrections qui proviendraient des variations de la température ou de la pression extérieure. Pour faire une lecture, il faut attendre que la petite élévation de température de l'oxygène ait disparu; on le reconnaît à la constance de l'indication du manomètre.

J'ai constaté les faits suivants en faisant varier la température depuis 1^{atm} à 1^{cm} de mercure et en maintenant toujours constante la haute tension appliquée au tube à ozone. La quantité d'ozone formée par une première

action de l'effluve, agissant pendant un temps donné et suffisamment court pour qu'on soit dans la période initiale, décroît en même temps que la pression, mais bien moins vite. Ainsi, en passant de la pression 76 à la pression 10^{cm} de mercure, cette quantité initiale diminue seulement de la moitié de sa valeur environ.

La concentration étant définie par le rapport de la quantité d'ozone à la quantité totale d'oxygène, on conclut donc qu'une action de courte durée produit une concentration d'ozone d'autant plus grande que la pression est plus faible. Ainsi, à la pression 10^{cm} de mercure, la concentration obtenue dans l'action initiale est près de 4 fois plus grande que la concentration analogue à la pression 76.

Si l'on prolonge l'action de l'effluve, la concentration croît évidemment, mais, cette fois, d'autant moins vite que la pression est plus faible. A tel point que, si l'on considère maintenant la concentration limite correspondante à une température donnée, on constate qu'elle diminue en même temps que la pression, mais faiblement il est vrai. A 10^{cm} de mercure et à 15°, elle serait environ la moitié de la concentration limite à la pression 76. Quant à la quantité totale maximum d'azone formé à cette pression, elle serait donc environ 15 fois plus petite qu'à la pression 76. Si les concentrations limites étaient les mêmes, ces quantités totales seraient seulement dans le rapport des pressions correspondantes. Ces concentrations maximums sont d'ailleurs difficiles à déterminer avec précision, car la limite est excessivement longue à atteindre et les plus petites traces d'impuretés modifient considérablement le résultat.

Tous les faits précédents sont un peu complexes et ne concernent que les cas où la pression n'est pas très faible. Le fait le plus intéressant se produit aux pressions inférieures à 6^{cm} environ. On remarque d'une façon très nette, et tout en maintenant constante la tension entre les armatures liquides, qu'il ne se produit pas d'ozone, quelle que soit la durée de l'expérience. La décharge électrique à la pression de quelques centimètres ne produit donc pas les mêmes effets chimiques que la décharge à une pression plus élevée. Ce n'est pas une simple question de plus ou de moins; il y a une transition brusque entre les modes d'action. Au voisinage de la pression où ce phénomène commence à se produire, on passe sans raison apparente du régime où se produit l'ozone au régime où il ne se produit pas. On a souvent constaté d'ailleurs, dans l'étude des gaz raréfiés, qu'un même tube pouvait, dans certains cas, présenter plusieurs régimes de décharge et qu'on passait facilement de l'un à l'autre. Si la pression est inférieure à 6^{cm} il n'y a jamais d'hésitation; l'ozone ne se produit pas du tout. Comme en outre, à ces basses pressions, la décharge offre l'aspect d'une lueur uniforme, analogue à celle qui se produit dans les tubes de Geissler à vide peu avancé, et différente de l'effluve qui se produit à pression plus élevée, on peut dire,

il me semble, que cette différence dans les actions chimiques correspond au changement d'aspect lumineux.

Si l'on raréfie de l'oxygène ozonisé, on constate qu'en dehors de toute influence électrique il est aussi stable aux pressions inférieures à 6^{cm} qu'à la pression ordinaire. Si l'on soumet alors le gaz à l'action de la décharge on constate que l'ozone est détruit et transformé en oxygène.

J'ai opéré jusqu'à la pression de 1^{cm}. Il serait intéressant d'opérer à pression encore plus basse, mais cela n'est pas possible avec mon appareil dont la sensibilité devient trop faible tandis que les causes d'erreurs augmentent.

On peut supposer que la décharge résulte du mouvement des ions. La vitesse qu'ils prennent sous l'influence du champ est d'autant plus grande que le gaz est plus raréfié. On peut émettre plusieurs hypothèses et admettre, par exemple, que la formation d'ozone est due au choc des ions contre les molécules d'oxygène. On doit alors conclure de ce qui précède que, si la vitesse des ions est trop grande, l'ozone ne se forme plus et, comme conséquence, qu'il en est de même aux pressions, de l'ordre du millimètre, qui règnent ordinairement dans les tubes de Geissler.

CHIMIE MINÉRALE. — *Contribution à l'étude des outremers.* Note de MM. C. **Chabrié** et F. **Levallois**, présentée par M. H. Moissan.

I. Lorsqu'on traite l'outremer bleu ordinaire (15^{g}) par de l'azotate d'argent (25^{g}) en présence de l'eau (10^{g} à 14^{g}), en tube scellé, en chauffant à des températures constantes et comprises entre 115° et 180° (la température de 140° est la meilleure) pendant un temps compris entre 10 heures et 80 heures, conformément aux procédés décrits dans les beaux travaux de M. de Forcrand et de M. Heumann, on obtient un produit insoluble, une solution et un gaz.

La solution renferme de l'acide sulfurique, du nitrate d'argent qui n'a pas réagi et du *nitrite d'argent* [1]. C'est ce nitrite qui n'a pas été signalé, croyons-nous, dans cette réaction et qui forme ces aiguilles jaunâtres qu'on retrouve disséminées dans la partie insoluble.

---

[1] Le dosage de l'argent a donné 70,40 pour 100, la théorie exigeant 70,50 pour 100, et le produit donne toutes les réactions des azotites. Il ne contient pas de traces de soufre.

Le gaz qui se dégage, lorsqu'on ouvre le tube scellé, est formé de bioxyde d'azote; il provient de l'action de l'argent métallique sur la solution de nitrate d'argent et non pas de la décomposition d'un produit signalé, mais non étudié, qui se produirait dans la réaction.

L'argent métallique est le résultat de la réduction complète du nitrate par l'outremer.

Notre travail montre que le composé cristallisé qu'on observe avant l'ouverture du tube, composé décrit comme instable, n'est autre que le nitrite d'argent stable qui semble seulement disparaître par suite de sa dissémination dans la masse au moment de la détente.

Nous avons de plus noté qu'on peut décolorer notablement l'outremer bleu en le chauffant longtemps (100 heures) avec de l'eau à 200°-300°. Il reste du sulfure de sodium en solution et les parties totalement décolorées ne donnent plus de gaz hydrogène sulfuré lorsqu'on les traite par un acide minéral.

II. Nous avons recherché la proportion d'argent contenu dans l'outremer d'argent lavé à l'eau bouillante, puis avec des solutions d'iodure ioduré et de cyanure de potassium.

Quelles qu'aient été les températures et les durées du chauffage (dans les limites indiquées plus haut), *nous n'avons jamais trouvé plus de* 38,47 *à* 38,56 *pour* 100 *d'argent*, alors que la substitution complète de l'argent au sodium eût exigé 47,95 pour 100 d'argent.

M. de Forcrand a obtenu 46,63 pour 100 en opérant sur d'autres échantillons d'outremer. Le nôtre était le plus bel outremer bleu que l'on puisse se procurer à Paris.

Il semble donc bien résulter de nos recherches qu'*une partie du sodium peut échapper à la transformation en outremer argentique*, quelle que soit d'ailleurs la nature du composé final dans lequel ce sodium reste engagé, et cela laisse forcément subsister un doute sur la formule de l'outremer établie d'après le fait d'une substitution totale.

III. Après avoir reproduit et vérifié l'existence des outremers substitués par des radicaux organiques décrits par MM. de Forcrand et Ballin, nous avons cherché à produire des combinaisons avec les radicaux éthyléniques et avec ceux du naphtalène et du triphénylеméthane. Tous ces composés ne semblent pas être des produits susceptibles d'être obtenus purs et par suite définis, ce qui est admis pour ceux des radicaux éthyle, phényle et benzyle.

Il ne paraît donc pas qu'il y ait intérêt, au point de vue des matières

colorantes, à préparer de semblables combinaisons, d'ailleurs d'une couleur variant du jaune peu éclatant au brun.

Ces produits ne sont pas attaqués à froid par l'acide chlorhydrique alors que l'outremer ordinaire donne de l'hydrogène sulfuré. Ils contiennent cependant une fonction sulfure puisque l'outremer de benzyle donne du diphényle-éthylène (caractérisé par son point de fusion) et du soufre par simple chauffage dans le vide.

Calcinés à l'air, ces outremers perdent leur fonction sulfure tandis que l'outremer ordinaire n'est que fort peu altéré dans ces conditions.

Nous avons observé que l'outremer ordinaire est complètement désulfuré à chaud par l'oxyde de mercure.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le siliciure de zirconium* $ZrSi^2$ *et le siliciure de titane* $TiSi^2$. Note de M. **Otto Hönigschmid**, présentée par M. H. Moissan.

Les combinaisons siliciées du zirconium et du titane ont été peu étudiées jusqu'ici. M. E. Wedekind [1] a essayé de réduire l'oxyde de zirconium par le silicium, mais sans arriver à isoler un siliciure bien défini. Quant au siliciure de titane, M. Moissan [2], par la réduction de l'acide titanique au moyen de silicium, a obtenu un composé répondant à la formule TiSi; enfin M. Lévy [3], en faisant agir les vapeurs de chlorure de titane sur le silicium, a isolé le corps Ti^2Si.

Nous avons essayé de préparer les combinaisons siliciées du zirconium par la méthode [4] qui nous avait déjà servi pour l'obtention du siliciure de thorium; nous avons réussi à isoler de la sorte un composé $ZrSi^2$; la méthode aluminothermique, décrite par Holeman [5] pour la préparation de silicium cristallisé, nous a permis d'obtenir le même siliciure de zirconium $ZrSi^2$ et un siliciure de titane analogue $TiSi^2$.

Préparation. — La première méthode de préparation du siliciure de zirconium consiste à chauffer au four Perrot un mélange de 120g fluosilicate

(1) *Berichte der d. ch. Ges.*, t. XXXV, 1902, p. 3929.
(2) *Comptes rendus*, t. CXX, 1895, p. 290.
(3) *Comptes rendus*, t. CXXI, 1895, p. 1148.
(4) *Comptes rendus*, t. CXLII, 1906, p. 157.
(5) *Recueil des travaux chimiques des Pays-Bas*, t. XXIII, 1904, p. 383.

de potassium, 15^g fluorure double de zirconium et de potassium, et 50^g aluminium métallique. Le produit de la réaction se présente sous forme de cristaux métalliques très brillants que l'on peut séparer du culot d'aluminium par des traitements alternatifs à l'acide chlorhydrique et à la potasse. Le siliciure contient encore de faibles quantités d'aluminium dues à la présence d'un alliage cristallisé de zirconium et d'aluminium $ZrAl^3$. Pour éviter autant que possible la formation de cet alliage, j'ai eu recours à la méthode aluminothermique qui permet d'obtenir le siliciure cristallisé en présence de quantités relativement faibles d'aluminium.

Cette seconde méthode peut servir également à la préparation du siliciure de titane; elle consiste à mélanger, dans un creuset de Hesse, 200^g aluminium en poudre, 250^g soufre, 180^g sable fin et 15^g acide titanique (ou 40^g fluorure double de titane et de potassium), puis à recouvrir le tout d'une mince couche de poudre de magnésium; enfin à allumer au moyen d'une pastille de Goldschmidt. Le produit de la réaction est un mélange de cristaux de silicium et de siliciure, le tout aggloméré par un peu d'aluminium; on purifie comme précédemment.

Siliciure de zirconium : *Propriétés.* — Petits cristaux, gris de fer, à éclat métallique très vif. Les cristaux [1] ont l'aspect de petites colonnes rhombiques, avec un prisme de 53°30′, terminées par un dôme longitudinal et un transversal. La dureté se rapproche de celle du feldspath. Densité à $22° = 4,88$. Inaltérable à l'air; en poudre fine, chauffé sur une lame de platine, il brûle avec un vif éclat; le produit de la combustion, attaqué par l'acide fluorhydrique, laisse un résidu brun, formé de silicium amorphe. Il brûle plus facilement dans l'oxygène pur, en laissant un résidu blanc d'oxyde de zirconium et de silice. Le siliciure brûle dans le fluor à une température peu élevée, dans le chlore au-dessus du rouge; il est attaqué par le brome et l'iode à haute température, mais sans incandescence.

Les acides minéraux sont sans action sur le siliciure, sauf l'acide fluorhydrique qui le dissout facilement avec dégagement d'hydrogène. Les lessives de potasse et de soude à 10 pour 100 sont aussi sans action, mais la potasse en fusion le décompose facilement à température peu élevée; le bisulfate de potassium au contraire reste sans action, même au rouge.

---

[1] L'examen cristallographique a été fait à ma demande par M. A. Gareiss, préparateur de minéralogie à l'Université allemande de Prague.

Analyse. — On attaque le siliciure pulvérisé par la potasse en fusion et l'on sépare la silice par la méthode ordinaire; mais il reste toujours un peu d'oxyde de zirconium insoluble avec la silice et un peu de silice soluble est entraîné par l'oxyde de zirconium, précipité par l'ammoniaque; on reprend donc séparément les deux précipités tarés, par l'acide fluorhydrique, on évapore à sec et, par différence, on obtient le pourcentage exact de silice; enfin on redissout l'oxyde de zirconium dans l'acide sulfurique et l'on sépare l'aluminium par la potasse en excès; on peut aussi dissoudre le siliciure dans l'acide fluorhydrique et doser dans la solution le zirconium et l'aluminium, la silice étant évaluée par différence.

	1re méthode de préparation.		2e méthode de préparation.		Calculé pour $ZrSi^2$.
Zr (pour 100)..........	62,2	61,2	61,8	62,0	61,5
Si (pour 100)..........	34,1	36,6	38,2	»	38,5
Al (pour 100)	3,5	2,5	traces	»	»

Le siliciure de zirconium ainsi préparé correspond donc à la formule $ZrSi^2$.

Siliciure de titane. *Propriétés.* — Petites pyramides tétragonales, d'un gris de fer, de dureté 4-5. Densité à 22° = 4,02. Il s'oxyde très difficilement, même à la flamme d'un bec Bunsen ou dans un courant d'oxygène. Il brûle dans le chlore au-dessous du rouge; il est très lentement attaqué au rouge par le brome et l'iode. Insoluble dans les acides minéraux, sauf l'acide fluorhydrique. Il se dissout lentement dans une lessive de potasse à 10 pour 100. La potasse fondue réagit vivement au rouge; le bisulfate de potassium est sans action, à la même température.

Analyse. — L'attaque du siliciure par la potasse fondue ne donne pas de bons résultats, parce que, pendant l'insolubilisation de la silice, une partie de l'acide titanique devient également insoluble, mais passe néanmoins partiellement à travers les filtres à cause de son grand état de division. J'ai donc dû me contenter de dissoudre le siliciure dans l'acide fluorhydrique, de doser l'acide titanique et de calculer la silice par différence.

	Trouvé		Calculé pour $TiSi^2$.
Ti (pour 100)........................	45,9	45,6	45,8
Si (pour 100)........................	»	»	54,2
Al (pour 100)........................	0,6	traces	»

Le siliciure correspond à la formule $TiSi^2$.

Conclusion. — La réduction de l'oxyde de zirconium et des florures doubles de potassium et de zirconium ou de titane, par voie aluminothermique, donne, en présence d'un grand excès de silicium, les siliciures $TiSi^2$ et $ZrSi^2$.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les alliages de plomb et de calcium.* Note de M. L. HACKSPILL, présentée par M. H. Moissan.

On connaît depuis longtemps quelques alliages du plomb avec les métaux alcalins et alcalino-terreux.

L'alliage que le plomb forme avec le sodium a même été employé pour la préparation de ce métal par électrolyse.

Dès 1859, Caron (1) signale un alliage de plomb et de calcium qu'il obtient par la réduction du chlorure de calcium par le sodium en présence du plomb.

M. H. Moissan (2) a constaté que le calcium cristallisé s'unit facilement au plomb au-dessus du point de fusion de ce métal.

M. Setlík (3) a repris les mêmes expériences avec le calcium de Bitterfeld. Enfin M. J. Norman Pring (4), en réduisant l'oxyde de plomb par le carbure de calcium, a obtenu un alliage à 2,6 pour 100 de calcium.

Dans une Note précédente nous avons indiqué une préparation des alliages du calcium avec le cuivre et l'argent, basée sur la réduction du chlorure métallique par un excès de calcium. Cette réaction peut être appliquée au chlorure de plomb. La réaction

$$PbCl^2 + n\,Ca = CaCl^2 + (n - 1)\,Ca$$

est exothermique, elle dégage $85^{cal},9$ sans compter la chaleur fournie par la formation de l'alliage que donne le plomb mis en liberté avec l'excès de calcium. Aussi, lorsque dans du chlorure de plomb fondu on projette de petits fragments de calcium, la combinaison se produit-elle avec explosion. En opérant comme nous l'avons indiqué pour l'alliage d'argent et de calcium (5), c'est-à-dire dans un creuset de fer brasqué à la magnésie et fermé par un couvercle vissé, on obtient un culot d'alliage recouvert d'une masse spongieuse d'un mélange de chlorure, d'oxyde et d'azoture de calcium.

Avec 100^g de chlorure de plomb et 40^g de tournure de calcium nous avons préparé un culot d'une trentaine de grammes contenant 21 pour 100 de calcium.

Ce procédé, qui a l'avantage d'être rapide et de ne pas nécessiter l'emploi d'appareils compliqués, est impraticable pour la préparation des alliages riches en calcium. C'est ainsi qu'avec 100^g de chlorure et 60^g de métal nous avons obtenu un tout petit culot contenant seulement 27 pour 100 de calcium et présentant des inclusions de chaux et d'azoture de calcium.

Le rendement est donc très faible, même si l'on a soin d'ajouter au mélange du chlorure de calcium fondu, ce qui augmente la couche protectrice.

---

(1) CARON, *Comptes rendus*, t. XLVIII, 1859, p. 440.

(2) MOISSAN, *Annales de Chimie et de Physique*, t. XVIII, 1899, p. 295.

(3) SETLIK, *Chem. Zeit.*, 1905, p. 218.

(4) J. NORMAN PRING, *Chem. Soc.*, t. LXXXVII, 1905, p. 1530.

(5) L. HACKSPILL, *Comptes rendus*, t. CXLII, 1906, p. 89.

Le meilleur procédé reste donc jusqu'à présent l'électrolyse avec une cathode de plomb fondu. On peut ainsi obtenir des alliages très riches en calcium, surtout en observant les indications fournies par M. Rathenau [1] sur l'électrolyse d'un mélange de chlorure et de fluorure de calcium.

Propriétés. — Les alliages de plomb et de calcium que nous avons préparés sont plus durs que le plomb et moins malléables; leur coupure est brillante, mais elle se ternit rapidement à l'air.

Si on les chauffe à l'air, le calcium s'oxyde le premier en donnant de la chaux et de l'azoture de calcium qui protègent en partie le plomb contre l'oxydation. L'eau les attaque lentement à froid, plus vite à l'ébullition, en donnant de la chaux et du plomb en poudre. L'acide azotique les attaque rapidement en donnant des azotates; les acides sulfurique et chlorhydrique agissent plus lentement à cause de l'insolubilité des sels de plomb formés.

Nous avons cherché à augmenter la teneur en calcium de l'alliage à 21 pour 100 en le chauffant dans le vide de façon à distiller l'excès de plomb.

L'opération a été faite dans un tube de porcelaine; un couple platine, platine iridié, relié à un galvanomètre, donnait la température; ce couple était protégé par un tube de fer dont il était isolé au moyen de fil d'amiante.

La température fut maintenue entre 900° à 1000° au moyen d'un four Deville chauffé avec un chalumeau Schlœsing. Après 20 minutes de chauffe la composition de l'alliage avait fort peu varié, il renfermait 22,5 de calcium, 77,1 de plomb et des traces de silice provenant de la couverte. Le plomb qui avait distillé s'était réuni dans les parties froides du tube de chaque côté de la nacelle. Ce plomb ne contenait pas de calcium, ce dernier métal avait été absorbé par la couverte qui était fortement attaquée.

Nous avons ensuite répété la même expérience en incorporant à l'alliage primitif un excès de plomb. Dans trois opérations nous avons pris :

10^g d'alliage à 21 pour 100 et 20^g de plomb pur et nous avons chauffé respectivement une demi-heure, une heure et une heure et demie entre 950° et 1100°. La nacelle de fer était recouverte d'une lame de même métal pour protéger l'alliage contre la chute d'impuretés, provenant de l'attaque de la couverte.

---

[1] RATHENAU, *Zeitschrift f. Elektrochemie*, t. X, 1904, p. 508.

Nous avons obtenu les résultats suivants :

Composition primitive......	7	pour 100 de calcium,	93	de plomb
après $\frac{1}{2}$ heure......	9,5	»	91,2	»
1 heure......	10,2	»	89,2	»
1 heure $\frac{1}{2}$....	11,8	»	88,0	»

Ce dernier alliage était cristallisé, il se détachait facilement de la nacelle et de son couvercle.

Deux fragments, pris l'un à la partie supérieure l'autre à la partie inférieure, nous ont donné :

Plomb............	88,0	88,0
Calcium..........	11,8	12,1

avec des traces de fer.

La formule Pb^3Ca^2 exigerait :

Plomb..................	88,49
Calcium................	11,51

La faible variation de la composition de l'alliage pendant la durée de la chauffe, son aspect cristallin et homogène, nous prouvent que nous sommes en présence d'un corps défini.

Son point de fusion, pris dans l'appareil qui a servi à le préparer, est de 775°. Sa densité, déterminée à 19° dans l'alcool absolu, est de 7,6.

En résumé, la distillation dans le vide de l'excès de plomb, contenu dans un alliage de plomb et de calcium, permet d'obtenir un composé défini, cristallisé, répondant à la formule Pb^3Ca^2.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Spectres de phosphorescence cathodique du terbium et du dysprosium dilués dans la chaux.* Note de M. G. **Urbain**, présentée par M. Haller.

En diluant les diverses terres rares pures dans la chaux et en faisant varier graduellement les proportions relatives des composants des systèmes phosphorescents binaires ainsi obtenus, on constate que l'optimum de phosphorescence correspond à des mélanges dans lesquels la proportion de terre rare est de l'ordre du centième.

Cette observation détermine les conditions dans lesquelles il convient de se placer si l'on veut, dans le cours des séparations, prendre les spectres

de phosphorescence comme guide. Pratiquement, il convient de mélanger intimement, par voie chimique, 1^{mg} à 3^{mg} de terre rare dans environ 1^{dg} de chaux pure.

Lorsqu'on examine de cette manière les termes successifs d'un fractionnement dans le tube à vide, les spectres que l'on observe ont à peu près la sensibilité des autres spectres, et la concordance des divers spectres (étincelle, absorption, phosphorescence) qui appartiennent au même élément apparaît ainsi nettement si les traitements ont été poussés suffisamment loin.

Il n'en est pas de même si l'on se borne à observer la phosphorescence que donnent les terres directement sans addition de chaux ou de toute autre terre diluante, ou si l'on n'ajoute que des quantités insuffisantes de ces dernières. Certaines terres, telles que la *gadoline* ou l'*yttria*, jouent alors nécessairement le rôle de diluants et l'on ne peut plus observer la concordance des spectres d'absorption ou d'étincelle avec les spectres de phosphorescence.

Les terres qui, dans mes traitements, sont comprises entre le gadolinium et l'yttrium ne sont pas directement phosphorescentes. Elles renferment le terbium, le dysprosium et le néo-holmium. Je n'ai pu observer jusqu'ici de phosphorescence attribuable à ce dernier élément.

En diluant les divers termes de mes fractionnements dans la chaux, je n'ai pu observer que deux spectres de phosphorescence. Le premier appartient au terbium, le second au dysprosium.

Spectre du terbium. — 633, nébuleuse, forte; 630, faible, réunie à la suivante; 627,5, assez forte; de 625 à 622, nébuleuse, se réunit à la suivante; maximum fort à 624; 619, moyenne, large; 601,7, forte, étroite; 598,7, moyenne; 595,5, forte; 589,7, assez forte, étroite; 587,8, forte. Ne peut être confondue avec la bande très nébuleuse et moyenne du dysprosium qui coïncide avec elle dans les mélanges; 584,3. Forte, étroite, un peu plus réfrangible que la bande citron 584,8 avec laquelle elle se confond dans les produits dysprosifères; 581,7, faible, un peu plus réfrangible que la bande 583,2 à laquelle elle se réunit dans les produits dysprosifères; 578,9, très faible.

De 568,7 à 560,2, bande très diffuse, dissymétrique; maximum approximatif à 566; 558,8, moyenne, assez étroite; 557,0, milieu d'une bande moyenne, large, réunie à la suivante; 555,0, extrêmement forte, nébuleuse; 552,1, extrêmement forte, nébuleuse; 550,8, faible; 549,5, très forte, nébuleuse; 545,8, faible, très nébuleuse; 543,8, forte, nébuleuse, réunie à la suivante; 542,5, extrêmement forte, nébuleuse; 540 et 539, maxima d'une bande moyenne nébuleuse.

De 534 à 522,5, bande nébuleuse, faible, dissymétrique, dont le maximum est à 532,3; 503, faible, nébuleuse; 494,5, faible, très nébuleuse; 489,5, moyenne, diffuse,

réunie à la suivante; 485,5, très forte, étroite; 482,5, moyenne, diffuse, réunie à la précédente.

De 478,5 à 473, bande faible, très diffuse; 467, faible, nébuleuse; 464, très faible, très diffuse.

De 462 à 457, bande moyenne, très diffuse; 447,2, assez forte, assez étroite; 445,5, assez forte, assez étroite; 444, moyenne, nébuleuse; 441, moyenne, nébuleuse; 439,5, forte, étroite; 437, très forte, nébuleuse; 435, forte, étroite; 434, faible, diffuse, réunie à la précédente; 430, très faible, diffuse; 428, faible, très diffuse; 424,5, très faible, très diffuse; 422, moyenne, étroite; 420, très forte, assez étroite; 419, forte, assez étroite; 418, forte, assez étroite; 416, assez forte, nébuleuse; 414,5, moyenne, étroite; 414, assez forte, étroite; 413, assez forte, étroite; 412, assez forte, étroite; 391,5, faible, diffuse; 390, très forte, nébuleuse; 388, forte, diffuse.

De 386,5 à 384, moyenne très diffuse; 382, assez forte, nébuleuse; 380,5, forte, nébuleuse.

De 379,5 à 378, très forte; probablement un doublet; 377, forte, nébuleuse; 375, faible, nébuleuse; 373,5, faible, nébuleuse; 372, très faible, nébuleuse.

Spectre du dysprosium.— 675, milieu approximatif d'une bande forte, assez étroite; 667, très faible, diffuse; 654,5, à peine visible.

De 598,5 à 595, bande assez forte, très diffuse; maximum à 595,8; 587,7, bande moyenne très nébuleuse qui ne peut être confondue avec la bande forte et plus étroite de même λ du terbium; 584,8, extrêmement forte, étroite; c'est la *bande citron* G_δ (¹) de Sir W. Crookes; 583,2, assez forte; 580,5, moyenne; 578,5 et 577,5, doublet d'intensité moyenne; 576,3 et 575,2, doublet d'intensité moyenne; 573,5, faible, très diffuse; 570,8, assez forte; 569, faible, très diffuse.

De 566 à 563,5, bande faible; maximum approximatif à 563,4.

De 506,3 à 500, bande faible, extrêmement diffuse.

De 495,5 à 491, moyenne, très diffuse; maximum approximatif à 493,5.

De 490 à 488,2, forte, diffuse.

De 486 à 482,5, bande faible; maximum à 484,5; 481,5, moyenne, nébuleuse; 479,7, forte, nébuleuse; 477, faible; 474,8, moyenne, nébuleuse; 472,8, moyenne, nébuleuse.

De 469 à 466,5, moyenne, très diffuse; 454, moyenne, diffuse.

Je ferai remarquer que Sir W. Crookes attribue la bande citron tantôt à un élément G_δ, tantôt à l'yttrium. Depuis longtemps, M. Lecoq de Boisbaudran a identifié l'élément producteur de la bande citron avec son élément Z_α. J'ai montré que l'élément Z_α est identique au dysprosium. Au fait que l'yttria pure ne donne pas la bande citron (Lecoq de Boisbaudran, *Comptes rendus*, t. CIII, 1886, p. 113), j'ajouterai que les terres qui m'ont servi à déterminer le spectre précédent ne renferment aucune trace d'yttrium décelable soit à l'étincelle, soit à l'arc, et l'on sait combien grande est la sensibilité du spectre de lignes de l'yttrium.

(¹) Dans une Note sur l'*Isolement du dysprosium* (*Comptes rendus*, t. CXLII, 1906, p. 785) j'ai écrit par inadvertance G_θ; c'est G_δ qu'il faut lire.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur le plomb radioactif extrait de la pechblende.* Note de M. **Jean Danysz** fils, présentée par M. Lippmann.

Il résulte des travaux de M. Rutherford et de MM. Meyer et v. Schweidler que le plomb radioactif extrait de la pechblende doit son activité aux produits de la désintégration du radium : il contient du radium D, dont le rayonnement est nul et dont la disparition est de moitié en 40 ans environ, du radium E qui émet seulement des rayons pénétrants et dont la disparition est de moitié en 5 jours, et enfin du polonium (ou radium F) qui émet seulement des rayons facilement absorbables et dont la disparition est de moitié en 140 jours.

Des essais de concentration de l'activité du plomb radioactif ont été faits autrefois par M. Giesel et par M. Debierne. Ils ont indiqué que, dans la cristallisation des chlorures, les parties les plus solubles étaient en même temps les plus actives. M. Debierne avait indiqué également que cette activité était identique à celle du polonium, mais que cependant le plomb radioactif primitif avait gardé un rayonnement constant pendant plusieurs années.

Voulant se rendre compte de la nature des éléments actifs séparés par le fractionnement des chlorures, M[me] Curie m'a chargé d'étudier dans son laboratoire la réapparition de l'activité du chlorure de plomb désactivé par le procédé suivant, indiqué par M. Debierne (1) : on prend du chlorure de plomb radioactif extrait de la pechblende et on le dissout dans l'eau bouillante; on le précipite ensuite par refroidissement et addition d'acide chlorhydrique; les cristaux formés sont séparés de la liqueur et soumis au même traitement une dizaine de fois. Le sel ainsi préparé est au début presque complètement inactif : il n'émet plus ni rayons pénétrants, ni rayons facilement absorbables. Mais bientôt on constate la réapparition de ces deux sortes de rayons et on les voit croître avec le temps. C'est précisément ce qui doit avoir lieu, si le traitement précédent a enlevé au plomb radioactif la totalité du radium E et du polonium, en lui laissant toutefois du radium D; celui-ci doit en effet reformer du radium E, lequel, en se transformant à son tour, donne du polonium. Le rayonnement pénétrant dû au radium E doit croître suivant la loi : $I_t = I_\infty \left(1 - e^{-\frac{t}{\theta}}\right)$ I_t étant sa valeur au temps t, I_∞ sa valeur limite (atteinte pratiquement au bout d'un mois) et θ la constante de temps du radium E. Cette loi suppose que la pro-

(1) *Comptes rendus*, 1904.

duction de radium E par le radium D est constante, hypothèse admissible, étant donnée la lenteur avec laquelle se détruit le radium D et la durée relativement courte de l'expérience (quelques mois).

J'ai construit expérimentalement les courbes d'accroissement de l'activité pénétrante de deux échantillons de chlorure de plomb radioactif traités de la même manière, décrite ci-dessus; j'ai calculé pour plusieurs points de chacune des deux courbes l'expression $\theta = -\frac{\log e}{\log \frac{I_\infty - I_t}{I_\infty}} t$,

e étant le nombre 2,718...,
I_t l'intensité des rayons pénétrants au temps t;
I_∞ leur intensité limite (atteinte en un mois environ),

et j'ai trouvé des nombres peu différents dont la moyenne est 6,84 jours pour le premier échantillon et 6,81 jours pour le deuxième, ainsi que le montre le Tableau :

	Premier échantillon : $I_\infty = 1{,}64$.		Deuxième échantillon : $I_\infty = 1{,}42$.	
Jours.	I_t.	θ en jours.	I_t.	θ en jours.
2	0,41	6,95	0,39	6,25
4	0,75	6,53	0,66	6,40
6	0,99	6,51	0,84	6,68
8	1,14	6,74	0,95	7,24
10	1,25	6,96	1,05	7,43
14	1,41	7,12	1,22	7,14
16	1,47	7,04	1,29	6,70
20	1,55	6,89	1,35	6,64

Cette valeur de θ correspond pour le radium E à une diminution de moitié en 4,72 jours [1].

L'activité totale, due à la fois au radium E et au polonium, varie suivant une loi plus compliquée : elle est donnée en fonction du temps par la somme d'une constante et de deux exponentielles.

Comme la constante de temps du polonium est grande par rapport à celle du radium E (200 jours au lieu de 6, 7), la courbe expérimentale qui donne l'accroissement de l'activité totale en fonction du temps n'en est encore qu'à son début : elle s'écarte très peu de sa tangente à l'origine et, par suite, elle ne peut pas encore servir pour déterminer avec quelque

---

(1) MM. Meyer et von Schweidler ont trouvé récemment, en observant la disparition du radium E, le nombre 5,02 jours (*Acad. Vienne*, avril 1906).

précision la constante du polonium. Il faut encore la suivre pendant plusieurs mois, avant de pouvoir l'utiliser.

Toutes les mesures de radioactivité concernant ces expériences ont été faites par la méthode du quartz piézo-électrique. Pour mesurer le rayonnement pénétrant, j'ai absorbé les rayons facilement absorbables par une lame d'aluminium de $0^{mm},025$ d'épaisseur, placée à quelques millimètres au-dessus du sel et j'ai vérifié qu'elle arrêtait complètement le rayonnement provenant d'une lame d'argent polonifère fortement radioactive.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la constitution de l'hordénine.* Note de M. E. Léger, présentée par M. Guignard.

J'ai signalé l'existence, dans les touraillons d'orge, d'un alcaloïde nouveau : l'hordénine. Dans une première Note (1) j'ai fait connaître les principales propriétés de cet alcaloïde, puis j'ai décrit un certain nombre de ses dérivés.

La formule $C^{10}H^{15}NO$ fait de l'hordénine un isomère des éphédrines naturelles et des éphédrines artificielles préparées par M. Fourneau (2). Elle se distingue des premières par l'absence de pouvoir rotatoire ainsi que par sa nature de base tertiaire, les éphédrines naturelles étant des bases secondaires. Elle ne saurait, non plus, être confondue avec les éphédrines de M. Fourneau qui sont des amino-alcools, affectant, le plus souvent, l'état liquide, l'hordénine étant un alcali-phénol cristallisé.

Poursuivant l'étude de sa constitution, j'ai soumis l'hordénine à deux ordres de réactions : 1° j'ai fait agir sur elle un certain nombre de réactifs d'oxydation; 2° mettant en pratique la méthode d'Hofmann, j'ai cherché à en séparer l'azote sous forme de triméthylamine, pour obtenir, en même temps, les produits de dédoublement qui pouvaient prendre naissance dans la même réaction.

Action des oxydants. — Le permanganate de potassium, agissant sur l'hordénine, en milieu acide ou alcalin, ne fournit guère que de l'acide oxalique; il en est de même de l'acide chromique. L'acide azotique, au contraire, employé à chaud, donne, avec dégagement de vapeurs nitreuses, un corps à réaction acide, cristallisant en lamelles jaunes rectangulaires, de saveur très amère, fondant à 122° (corrigé). Cet acide forme

---

(1) *Comptes rendus,* t. CXLII, p. 108.

(2) *Journal de Pharmacie et de Chimie,* 6e série, t. XX, p. 481.

un sel de potassium cristallisé en aiguilles jaunes, très peu solubles dans l'eau froide; il donne une coloration rouge pourpre quand on chauffe sa solution avec du cyanure de potassium. A ces caractères, il est facile de reconnaître l'acide picrique. Les eaux mères d'où ce dernier s'est déposé fournissent, par concentration, une quantité abondante d'acide oxalique.

Emploi de la méthode d'Hofmann. — L'iodométhylate d'hordénine, traité par AgHO, se change, avec précipitation de AgI, en méthylhydrate d'hordénine, cristallisable en aiguilles incolores.

Si l'on soumet la solution du méthylhydrate à la distillation, au bain d'huile, il passe d'abord de l'eau très peu chargée d'amine; puis, vers 125°-130° (température du bain) un gaz alcalin commence à se dégager en abondance et se dissout au fur et à mesure dans l'eau condensée tout d'abord. On cesse la distillation quand la température du bain atteint 180°-190°.

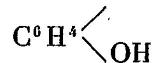
Trois produits prennent naissance dans cette réaction : 1° la triméthylamine; 2° une petite quantité d'un corps huileux, incolore, plus lourd que l'eau, à odeur aromatique agréable, entraînable par la vapeur d'eau; 3° un corps amorphe, à fonction phénolique, qui reste dans le ballon servant à la distillation. Ces deux derniers produits seront étudiés ultérieurement.

La triméthylamine a été caractérisée dans le produit distillé, débarrassé du liquide aromatique par un traitement à l'éther. Pour cela, on a transformé l'amine en chlorhydrate et la solution de ce sel a été traitée par la méthode de Delépine ([1]) qui repose sur ce fait que la triméthylamine, contrairement à la mono et à la diméthylamine, ne réagit pas sur l'aldéhyde formique.

La triméthylamine, simplement dissoute dans le formol commercial, reprend l'état gazeux quand on ajoute à cette solution un grand excès de KHO. Comme les quantités de chlorhydrate d'amine, avant et après le traitement au formol, étaient à peu près les mêmes; comme, de plus, la solution dans le formol ne s'est pas troublée par addition de KHO, on peut en conclure que le produit de la réaction ne contenait ni mono, ni diméthylamine, mais seulement de la triméthylamine. Celle-ci a, de plus, été caractérisée par la production de son chloroplatinate qui cristallise en octaèdres ou en cubo-octaèdres renfermant Pt, 37,17 (calculé, 36,93).

Le picrate de l'amine fournie par l'hordénine forme des prismes jaunes, fusibles à 216°-218° (non corrigé); celui de triméthylamine fond, dans les mêmes conditions, à 216° (Delépine).

Conclusions. — La production d'acide picrique dans l'action de NO^3H sur l'hordénine montre non seulement que cette base renferme un noyau benzénique, mais que son oxhydryle se trouve directement fixé sur ce noyau, en d'autres termes que cet oxhydryle est de nature phénolique, ce que l'on peut exprimer en disant que l'hordénine renferme le groupement



([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. VIII, p. 439.

D'autre part, la production de triméthylamine, dans la décomposition du méthylhydrate d'hordénine par la chaleur, prouve que l'hordénine renferme deux CH^3 liés à l'azote, autrement dit que l'hordénine est un dérivé de la diméthylamine et renferme, par conséquent, le groupement

$$-N\begin{cases}CH^3\\CH^2;\end{cases}$$

c'est, à ma connaissance, le seul alcaloïde naturel qui, jusqu'à présent, soit dans ce cas.

Se basant sur les faits précédemment décrits, on voit que l'atome d'azote de l'hordénine ne saurait faire partie du noyau de la molécule, ce qui ferait de l'hordénine un dérivé pyridique. Dans ce cas, en effet, l'oxydation fournirait des acides pyridinocarboniques, ce que je n'ai jamais observé. L'azote de l'hordénine ne saurait pas davantage être fixé directement sur le noyau, la base étant alors une aniline substituée. Remarquons, en effet, que, si l'aniline est une base faible, les anilines substituées sont des bases encore plus faibles et que la présence de l'oxygène contribue encore à diminuer cette basicité. Or, nous savons que l'hordénine est un alcali énergique qui rougit la phtaléine du phénol et déplace, à froid, NH^3 de ses sels. Nous sommes ainsi amenés à admettre que l'atome d'azote de l'hordénine doit se trouver dans une chaîne latérale, c'est-à-dire que cet atome d'azote doit être relié au noyau benzénique par l'intermédiaire d'un ou de plusieurs groupements hydrocarbonés.

Certaines expériences, non encore terminées, nous font supposer que la liaison du noyau avec le groupement azoté se fait par l'intermédiaire d'une chaîne $-CH^2-CH^2-$. Dans cette hypothèse, la formule de l'hordénine serait

$$C^6H^4\begin{cases}CH^2-CH^2-N\begin{cases}CH^3\\CH^3,\end{cases}\\OH\end{cases}$$

correspondant à l'expression $C^{10}H^{15}NO$.

Je me propose de vérifier l'exactitude de cette formule qui est donnée ici avec quelques réserves.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du bromure de phényl-magnésium sur les éthers des acides dialcoylamido-benzoyl-benzoïques.* Note de M. J. **Pérard**, présentée par M. A. Haller.

MM. Guyot et Catel (¹) ont étudié l'action du bromure de phényl-magnésium sur le benzoylbenzoate de méthyle obtenu par éthérification directe de l'acide; nous avons continué ces recherches en étudiant l'action du bromure de phényl-magnésium sur les éthers des acides diacoylamido-benzoyl-benzoïques de MM. Haller et Guyot (²). Nous avons ainsi préparé le paradiméthylamido-triphényl-oxy-dihydro-benzofurfurane et un certain nombre de ses dérivés.

Paradiméthylamido-triphényl-oxy-dihydro-benzofurfurane :

$$\begin{array}{l} C^6H^5\diagdown_{C}\diagup C^6H^4.N(CH^3)^2 \\ C^6H^4\langle \quad \rangle O \\ C^6H^5\diagup^{C}\diagdown OH \end{array} \qquad F. : 194^\circ. \text{ n. c.}$$

Ce corps s'obtient, avec d'assez bons rendements, en faisant agir un large excès de bromure de phényl-magnésium sur le benzoylbenzoate de méthyle fondant à 118°. On place l'organomagnésien, dissous dans l'éther anhydre, dans un ballon muni d'un réfrigérant ascendant, et l'on y fait pénétrer, par petites portions, l'éther méthylique réduit en poudre fine. A chaque addition, il se produit une vive réaction, et l'on attend qu'elle soit calmée pour faire une addition nouvelle. On chauffe ensuite 2 heures environ, pour terminer la réaction. L'organomagnésien, peu soluble dans l'éther, se précipite sous forme d'une masse brun noirâtre; on décante l'éther, on décompose par l'eau, on ajoute la quantité d'acide strictement nécessaire, on essore; le produit qui se trouve sur l'essoreuse est lavé à l'éther, puis dissous à chaud dans le benzène; après filtration, on ajoute de l'éther de pétrole, jusqu'à l'apparition d'un léger trouble; le composé benzofurfuranique se dépose le premier sous forme de cristaux microscopiques légèrement colorés en jaune. Les eaux mères contiennent une partie de la matière première qui n'a pas réagi. On purifie par une deuxième cristallisation dans un mélange de benzène et d'alcool. Le produit ainsi obtenu se présente sous forme de très fines aiguilles blanches légèrement colorées en jaune, fondant à 194° (n. c.).

Ce composé est soluble dans les hydrocarbures, beaucoup moins dans les alcools; il est presque insoluble dans l'éther et l'acétone, et insoluble dans l'éther de pétrole. Les

(¹) Guyot et Catel, *Comptes rendus,* t. CXL, p. 254.
(²) Haller et Guyot, *Comptes rendus,* t. CXIX, p. 205.

acides le dissolvent en se colorant en rouge; il forme avec eux des sels fortement colorés en rouge, dissociables par l'eau et cristallisant dans l'acétone en fines aiguilles. L'acide picrique forme un picrate fondant à 246° en se décomposant. Le chlorure de platine donne un chloroplatinate rouge. Ce corps s'éthérifie avec la plus grande facilité, suivant l'équation suivante :

$$\begin{array}{l} C^6H^5\diagdown_{C}\diagup C^6H^4N(CH^3)^2 \\ C^6H^4\langle\quad\rangle O \\ C^6H^5\diagup^{C}\diagdown OH \end{array} + CH^3OH = \begin{array}{l} C^6H^5\diagdown_{C}\diagup C^6H^4N(CH^3)^2 \\ C^6H^4\langle\quad\rangle O \\ C^6H^5\diagup^{C}\diagdown OCH^3 \end{array} + H^2O$$

lorsque l'on introduit quelques gouttes d'acide chlorhydrique dans sa solution alcoolique à l'ébullition.

Ether méthylique. — Ce composé se prépare comme il est indiqué ci-dessus ; il cristallise dans un mélange de benzène et d'alcool en prismes incolores fondant à 158°.

Ether éthylique. — Prismes incolores fondant à 169°.

P.-diméthylamido-orthobenzhydryle-triphényl-carbinol :

$$\begin{array}{l} C^6H^5\diagdown_{C}\diagup C^6H^4N(CH^3)^2 \\ \quad\quad\diagup\quad\diagdown OH \\ C^6H^4\diagdown\quad\diagup H \\ C^6H^5\diagup^{C}\diagdown OH \end{array} \qquad \text{F. : 145° n. c.}$$

Ce corps s'obtient par réduction du composé précédent en chauffant sa solution dans l'alcool éthylique pendant 24 heures avec un large excès d'amalgame de sodium. On purifie par cristallisation dans un mélange d'alcool et d'éther, après lavage au benzène bouillant. Il se présente alors sous forme de cristaux blancs fondant à 145°. Ce corps est très soluble dans l'alcool, beaucoup moins dans l'éther, presque insoluble dans le benzène. Il est susceptible de perdre sous l'influence des déshydratants, soit une, soit deux molécules d'eau, en donnant un composé anthracénique dans le second cas et au contraire un composé benzofurfuranique dans le premier.

Diméthylamido-diphényl-anthracène:

(1)

$$\begin{array}{c} C^6H^4N(CH^3)^2 \\ | \\ C^6H^4\langle\,|\,\rangle C^6H^4 \\ | \\ C^6H^5 \end{array}$$

ou

(2)

$$\begin{array}{c} C^6H^5 \\ | \\ C^6H^4\langle {}^{C}_{C} \rangle C^6H^3N(CH^3)^2 \\ | \\ C^6H^5 \end{array} \qquad \text{F. : 298° n. c.}$$

On l'obtient, quantitativement, en faisant agir à froid quelques centimètres cubes d'acide sulfurique sur une solution benzénique du composé précédent; il y a départ de deux molécules d'eau et fermeture de la chaîne anthracénique.

L'acide sulfurique se sépare de la solution benzénique et retient le corps en solution; on décante le benzène, on étend d'eau, et l'on neutralise par l'ammoniaque. Le carbure se précipite sous forme d'une poudre verdâtre que l'on essore. On le purifie par cristallisation dans le benzène et addition ménagée de ligroïne.

Ce composé se présente sous forme de cristaux microscopiques verts fondant à 298°. Il est soluble dans le benzène, l'acide acétique et le sulfure de carbone, beaucoup moins soluble dans l'alcool, très soluble dans la pyridine et insoluble dans l'éther et l'éther de pétrole.

La fermeture de la chaîne peut se faire de deux manières et le corps ainsi obtenu peut répondre soit à la formule (1), soit à la formule (2). Nous poursuivons nos recherches pour déterminer quelle est celle des deux formules qu'il convient d'adopter.

Paradiméthylamido-triphényl-dihydro-benzofurfurane :

$$\begin{array}{ccc} C^6H^5 & & C^6H^4N(CH^3)^2 \\ & \diagdown\ \diagup & \\ C^6H^4\Big\langle & \begin{matrix} C \\ C \end{matrix} & \Big\rangle O \\ & \diagup\ \diagdown & \\ C^6H^5 & & H \end{array} \qquad \text{F. : 110° n. c.}$$

Ce composé s'obtient, avec un rendement théorique, lorsque l'on fait tomber quelques gouttes d'acide sulfurique dans une solution acétique du P.-diméthylamido-ortho-benzhydryle-triphényl-carbinol, portée à l'ébullition.

Il suffit ensuite d'étendre d'eau et de neutraliser par l'ammoniaque pour obtenir le composé sous forme d'un précipité blanc gris. On purifie par cristallisation dans un mélange de benzène et d'alcool. Il se présente ainsi sous forme de prismes blanchâtres fondant à 110°.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Introduction des radicaux dinaphtopyryle et xanthyle dans les molécules électronégatives.* Note de MM. **R. Fosse** et **A. Robyn**, présentée par M. A. Haller. (Extrait.)

1. Les radicaux électropositifs dinaphtopyryle $CH\Big\langle\begin{matrix} C^{10}H^6 \\ C^{10}H^6 \end{matrix}\Big\rangle O$ et xanthyle $CH\Big\langle\begin{matrix} C^6H^4 \\ C^6H^4 \end{matrix}\Big\rangle O$ peuvent facilement se substituer à 1^at^ d'hydrogène de diverses molécules organiques électronégatives, telles que les éthers β-cétoniques, les β-dicétones, les éthers malonique et cyanacétique.

2. Le radical positif s'unit au radical négatif : 1° par la seule action de la chaleur sur un mélange équimoléculaire de xanthydrol et d'éther β-cétonique ou cyanacétique. En vertu de sa mobilité extrême, l'oxhydryle du xanthydrol s'empare de 1^{at} d'hydrogène de l'éther β-cétonique, pour former 1^{mol} d'eau, tandis que le xanthyle se soude au radical négatif :

$$\left[O\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle CH\right]_{+} OH + H\left[CH\left\langle\begin{matrix}CO.CH^3\\CO^2.C^2H^5\end{matrix}\right.\right]_{-}$$
$$= H^2O + \left[O\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle CH\right]\left[CH\left\langle\begin{matrix}CO.CH^3\\CO^2.C^2H^5\end{matrix}\right.\right];$$

2° Par contact en milieu acétique : du xanthydrol et des β-dicétones; du dinaphtopyranol et de l'éther acétylacétique; 3° par double décomposition entre le bromure de dinaphtopyryle et les dérivés sodés des éthers β-cétoniques, des β-dicétones, des éthers malonique et cyanacétique.

3. Tous ces corps manifestent une grande aptitude à rompre leur molécule, sous des influences assez faibles. Les hydracides aqueux ou en solution acétique, suivant le cas, désunissent aisément les deux radicaux. L'un fixe l'hydrogène de l'hydracide et régénère la molécule négative; l'autre prend l'halogène et passe à l'état de sel de pyryle :

$$\left[O\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle CH\right]\left[CH\left\langle\begin{matrix}CO.CH^3\\CO^2.C^2H^5\end{matrix}\right.\right] + H.Br$$
$$= CH\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\\hline C^6H^4\end{matrix}\right\rangle O.Br + CH^2\left\langle\begin{matrix}CO^2.CH^3\\CO^2C^2H^5\end{matrix}\right. .$$

4. Pour représenter la constitution de ces molécules négatives pyrylées, on peut lier les deux radicaux constituants de diverses manières : de carbone à carbone, de carbone à oxygène, d'oxygène à oxygène. Dans les deux dernières hypothèses, l'oxygène, servant de trait d'union, peut appartenir soit au pyryle, soit au radical négatif œnolique. Actuellement, nous ne pouvons conclure si la soudure a lieu par le carbone ou par l'oxygène.

Dinaphtopyryl-acétylacétate d'éthyle :

$$\left[O\left\langle\begin{matrix}C^{10}H^6\\C^{10}H^6\end{matrix}\right\rangle CH\right]\left[CH\left\langle\begin{matrix}CO.CH^3\\CO^2.C^2H^5\end{matrix}\right.\right],$$

gros cristaux incolores, fondant vers 116°-118°. Déjà signalé par l'un de nous.

Xanthyl-acétylacétate d'éthyle :

$$\left[O\langle{}^{C^6H^4}_{C^6H^4}\rangle CH\right]\left[CH\langle{}^{CO-CH^3}_{CO^2-C^2H^5}\right],$$

beaux cristaux blancs nacrés fondant de 87° à 89°.

Xanthyl-éthylacétylacétate d'éthyle, belles paillettes fusibles à 126°-127° résultant de l'action de IC^2H^5 et Na sur le corps précédent. Si la substitution éthylée s'est faite normalement sur le carbone tertiaire gras, ce corps possède la formule

$$\left[O\langle{}^{C^6H^4}_{C^6H^4}\rangle CH\right]\left[C\begin{matrix}C^2H^5\\ -CO-CH^3\\ CO^2-C^2H^5\end{matrix}\right].$$

Xanthyl-benzoylacétate d'éthyle :

$$\left[O\langle{}^{C^6H^4}_{C^6H^4}\rangle CH\right]\left[CH\langle{}^{CO-C^6H^5}_{CO^2-C^2H^5}\right],$$

aiguilles blanches, groupées, fondant à 80°.

Dynaphtopyril-acétylacétone :

$$\left[O\langle{}^{C^{10}H^6}_{C^{10}H^6}\rangle CH\right]\left[CH\langle{}^{CO-CH^3}_{CO-CH^3}\right],$$

cristaux incolores, fondant à 155°-157° n. c.

Xanthyl-acétylacétone :

$$\left[O\langle{}^{C^6H^4}_{C^6H^4}\rangle CH\right]\left[CH\langle{}^{CO-CH^3}_{CO-CH^3}\right],$$

longues aiguilles blanches fusibles à 141°-142° n. c.

Dinaphtopyryl-benzoylacétone :

$$\left[O\langle{}^{C^{10}H^6}_{C^{10}H^6}\rangle CH\right]\left[CH\langle{}^{CO-CH^3}_{CO-C^6H^5}\right],$$

cristaux incolores, fondant avec décomposition en un liquide brun, vers 201°-204°.

Xanthyl-benzoylacétone :

$$\left[O\langle{}^{C^6H^4}_{C^6H^4}\rangle CH\right]\left[CH\langle{}^{CO-CH^3}_{CO-C^6H^5}\right],$$

cristaux blancs, fondant à 171° n. c.

Dinaphtopyryl-malonate d'éthyle :

$$\left[O\langle{}^{C^{10}H^6}_{C^{10}H^6}\rangle CH\right]\left[CH\langle{}^{CO^2-C^2H^5}_{CO^2-C^2H^5}\right],$$

gros cristaux incolores, fusibles à 109°-110°.

Dinaphtopyryl-cyanacétate d'éthyle :

$$\left[O\langle{}^{C^{10}H^6}_{C^{10}H^6}\rangle CH\right]\left[CH\langle{}^{CO^2-C^2H^5}_{CAz}\right],$$

cristaux fondant à 158°-159° n. c.

Xanthyl-cyanacétate d'éthyle :

$$\left[O\langle{}^{C^6H^4}_{C^6H^4}\rangle CH\right]\left[CH\langle{}^{CO^2-C^2H^5}_{CAz}\right],$$

cristaux blancs, se colorant faiblement en vert, fusibles de 124° à 126° n. c.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur les acides diaminés dérivés de l'ovalbumine.* Note de MM. **L. Hugouneno** et **J. Galimard**, présentée par M. Armand Gautier.

Parmi les nombreux travaux consacrés à l'étude des matières albuminoïdes, avec l'aide de la technique perfectionnée dont nous disposons, il en est peu qui aient été consacrés à l'albumine du blanc d'œuf de poule. Seuls, dans un Mémoire récent, Abderhalden et Pregl ont isolé les dérivés cristallisés de cette substance. Encore ces auteurs se sont-ils occupés exclusivement des acides monoaminés. La publication de leurs résultats (¹) nous a engagés à faire connaître ceux que nous avions obtenus nous-mêmes avec l'ovalbumine, en recherchant particulièrement les diamines : arginine, histidine, lysine.

Nous sommes partis de l'albumine du blanc d'œuf de poule (2^{kg}) qui a été attaquée pendant 30 heures, à l'ébullition, par 6^{kg} d'acide sulfurique, 12^{kg} d'eau et 200^g de chlorure de sodium. Le produit goudronneux a été soumis au traitement habituel par l'acide phosphotungstique; des phosphotungstates de diamines on a ensuite cherché à isoler l'arginine, l'histidine, la lysine et autres corps, en suivant les méthodes aujourd'hui classiques que nous avons utilisées au cours de nos précédentes recherches (²) et sur lesquelles nous ne reviendrons pas.

L'ovalbumine nous a fourni :

Arginine : $C^6H^{14}Az^4O^2$	2,14 pour 100
Lysine : $C^6H^{14}Az^2O^2$	2,15 »

(¹) *Zeitsch. für physiol. Chemie,* t. XLVI, 1905, p. 24.

(²) L. Hugounenq, A. Morel, J. Galimard, *Comptes rendus,* 25 avril 1904, 30 mai 1904, 10 avril 1905, 20 novembre 1905, 15 janvier 1906, 26 mars 1906, 18 juin 1906.

Après avoir séparé l'arginine, nous avons obtenu une eau mère qui ne contenait pas d'histidine, mais dont l'étude nous a permis d'isoler deux composés nouveaux, l'un précipitable par le sulfate mercurique acide, l'autre restant en dissolution en présence de ce réactif.

Le premier de ces composés est une substance parfaitement blanche, cristallisée en petites aiguilles solubles dans l'eau, insolubles dans l'alcool et donnant à l'analyse des chiffres que traduit la formule $C^{11}H^{18}Az^5O^4$ (Calculé : H = 6,33; C = 46,47; Az = 24,64. Trouvé : H = 6,32; C = 46,20; Az = 24,50).

Ce corps paraît être une combinaison d'arginine $C^6H^{14}Az^4O^2$ avec un acide amidé tel que la proline ou acide pyrrolidine-carbonique $C^5H^9AzO^2$.

Le produit non précipitable par le sulfate mercurique cristallise à l'état de chlorhydrate sous forme de petits prismes blancs, assez durs. Ce chlorhydrate répond à la formule $C^{10}H^{19}Az^5O^6, 2HCl$. (Calculé : H = 5,5; C = 31,48; Az = 18,50; Cl = 18,70, Trouvé : H = 5,32; C = 30,85; Az = 18,42; Cl = 18,87). Ce composé semble être également un dérivé de l'arginine $C^6H^{14}Az^4O^2$, peut-être avec l'acide aspartique $C^4H^7AzO^4$.

La petite quantité de matière dont nous disposions (le rendement n'atteint pas 1 pour 1000 du poids de l'albumine) ne nous a pas permis d'étudier ces corps plus complètement. Nous nous proposons de poursuivre cette recherche. Néanmoins, il y a bien des raisons pour considérer ces deux derniers composés comme des complexes de diamines et de monamines que l'action hydrolysante de l'acide sulfurique bouillant n'a pas entièrement résolus en leurs éléments.

MINÉRALOGIE. — *Sur les cristaux mixtes de chlorure et de bromure de baryum*. Note de M. **Jean Herbette**, présentée par M. de Lapparent.

M. Wyrouboff a signalé depuis longtemps, dans une étude relative aux trichromates de potassium et d'ammonium (¹), que ces deux corps, cristallisant ensemble en toutes proportions, donnaient des cristaux mixtes de trois formes différentes; M. Wallerant a découvert un cas analogue en observant les mélanges fondus des nitrates de thallium et d'ammonium (²).

(¹) *Bull. Soc. Min.*, t. IV, 1881, p. 17.
(²) *Bull. Soc. Min.*, t. XXXVIII, 1905.

On trouve un nouvel exemple de ce phénomène lorsqu'on fait cristalliser ensemble le chlorure et le bromure de baryum.

Une solution aqueuse de ces deux sels dépose en effet des cristaux mixtes qui peuvent avoir la forme du chlorure (elle est binaire et voisine de la symétrie quaternaire), ou la forme du bromure (elle est binaire aussi, mais voisine d'un rhomboèdre de paramètres $\sqrt{3} : 1 : \frac{5}{4}\sqrt{\frac{3}{2}}$), ou enfin une troisième forme. Cette forme intermédiaire, dont les constantes varient un peu avec la teneur des individus en chlore ou en brome, présente les caractères suivants quand les cristaux renferment environ 50 pour 100 de bromure :

Système binaire.

$$a : b : c = 1,7104 : 1 : 1,6240. \quad \beta = 89^{\circ}50',5.$$

La face (001) est un plan de clivage et de macle.

Plan des axes optiques perpendiculaire à (010); bissectrice aiguë faisant avec la normale à (001), dans l'angle aigu des axes *a c*, un angle de 69°; signe négatif; 2 V (jaune) = 62°.

Les cristaux des trois types ont pour formule $Ba(Cl^{n}Br^{p}), 2H^{2}O$. Il ne paraît pas y avoir de lacune dans la variation de la composition chimique, entre les individus du type chlorure et ceux du type intermédiaire; mais une lacune paraît exister entre le type intermédiaire et le type bromure : si en effet on laisse, dans une solution de composition convenable, les deux espèces de cristaux se déposer côte à côte, et qu'on les sépare ensuite par triage pour les analyser, on trouve dans les échantillons déshydratés du type intermédiaire 60 pour 100 de bromure, et dans ceux du type bromure 88,5 pour 100 de ce sel.

Il était particulièrement intéressant de déterminer les relations cristallographiques qui peuvent exister entre les trois types; si entre le type intermédiaire et le type bromure cette détermination n'a pu être faite avec une certitude suffisante, elle a été très nette en ce qui concerne le passage du type chlorure au type intermédiaire. Quand on amorce avec un cristal de chlorure une solution capable de fournir des individus du type intermédiaire, on voit ceux-ci se déposer sur le chlorure de telle manière que leur face (001) coïncide avec sa face (010) et que leur zone (001) — (010) prenne la place de sa zone (010) — (100), ces deux zones étant d'ailleurs presque identiques. Ainsi au plan de symétrie (010) du chlorure se substitue le plan de macle (001) du type intermédiaire, et au plan de macle (100) du chlorure le plan de symétrie (010) du type intermédiaire.

La transformation qui, sous l'influence d'une variation dans la composition chimique, amène les cristaux mixtes à passer brusquement du type chlorure au type intermédiaire, est bien différente de celle qui a lieu gra-

duellement dans les cristaux mixtes des sulfates de magnésium et de zinc par exemple. Comme les modifications produites par l'élévation progressive de la température, les variations causées par le changement progressif de la composition chimique sont continues ou discontinues ; lorsqu'elles sont discontinues, il peut arriver — on le voit par le cas que nous venons de décrire — que l'un des types cristallins s'oriente sur l'autre et reproduise même une partie de sa structure.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Production d'une espèce élémentaire nouvelle de maïs par traumatismes.* Note de M. L. **Blaringhem**, présentée par M. Gaston Bonnier.

A plusieurs reprises ([1]) j'ai signalé l'importance des mutilations pour la production des monstruosités végétales. Les rejets qui se développent après la section de tiges en pleine croissance montrent des anomalies de cohésion, de multiplication et de métamorphose des organes qui affectent souvent les caractères d'espèce, de genre, et même de famille. Par leur hérédité partielle, toujours élevée quoique variable avec les conditions de culture, ces formes nouvelles doivent être classées parmi les variétés *ever-sporting* définies récemment par Hugo de Vries ([2]).

La même méthode expérimentale m'a conduit à la production d'une nouvelle espèce de maïs complètement stable depuis son apparition en 1903. C'est une forme très précoce qui, dans le nord de la France, mûrit ses graines à la fin du mois d'août, alors que la variété fourragère dont elle dérive ne donne de graines mûres que dans les années sèches et chaudes et lorsque la culture en est prolongée jusqu'à la fin d'octobre. Elle en diffère par la plupart des caractères morphologiques :

Espèce origine. — *Zea mays pensylvanica* Bonafous. Grain jaune clair, brillant, de forme aplatie et à pointe arrondie, à embryon ovale, étroit, peu ridé. Epi long de 15^{cm}-20^{cm}, aminci à la pointe, portant 8-10 rangées de 40 à 50 graines serrées ; enveloppe composée de 12 à 15 bractées ovales allongées. Panicule mâle étalée et bien fournie (12-20 rameaux). Tiges épaisses, élevées de $1^m,80$ à 2^m et souvent $2^m,50$ en terre riche, couvertes de 12 à 15 feuilles longues et larges, portant 2-3 épis fertiles.

Espèce nouvelle. — *Zea mays præcox* Blar. Grain jaune, brillant, à pointe arrondie,

([1]) *Comptes rendus*, t. CXL, 6 février 1905, et t. CXLII, 25 juin 1906.

([2]) *Species and Varieties*, Chicago, 1905, p. 309-458.

aussi épais que large, à embryon ovale, large, très ridé à la surface. Epi court, de 8^{cm} à 12^{cm}, presque cylindrique, portant 8-12 rangées de 15 à 25 graines peu serrées; enveloppe de 7 à 10 bractées courtes et larges. Panicule mâle grêle et peu fournie à rameaux courts et rares (1 à 10). Tiges grêles, élevées de 1^m à $1^m,20$, atteignant $1^m,50$ en terre fertile et humide, couvertes de 8 à 10 feuilles courtes et pointues et portant 2 épis fertiles.

En juillet 1902, j'ai fait la section transversale de la tige du maïs de Pensylvanie au ras du sol au moment où la panicule mâle allait apparaître. Des rejets se développèrent immédiatement après la section dont plusieurs anormaux. L'un d'eux était terminé par une grappe florale dont les épillets mâles étaient tous métamorphosés en épillets femelles et me donna à la mi-octobre 60 graines mûres. Plantées en 1903, j'en obtins 28 plantes dont 20 présentaient en août, sans mutilation nouvelle, des anomalies analogues à celles de la plante mère et parfois beaucoup plus accentuées. Elles sont l'origine de la plupart de mes variétés *ever-sporting*.

Parmi elles, je récoltai pour les plantations de 1904, faites à la fois dans le nord de la France et aux environs de Paris, un épi à dix rangs de petites graines terminant un rejet. Toutes les plantes dérivées de cette grappe anormale montrèrent dès ce moment les caractères du *Zea mays præcox* décrit plus haut. Dans les cultures de 1904, 1905 et 1906, je n'ai pu observer aucun retour au type. Le maïs précoce est donc bien fixé; comme sa floraison est terminée bien avant que celle de l'espèce origine soit commencée, on s'explique la facilité avec laquelle j'ai pu l'obtenir pure dès le début.

C'est une espèce nouvelle; elle diffère de toutes les variétés de maïs précoces antérieurement décrites et ne se rapproche d'aucune des formes que j'ai pu me procurer pour la culture par l'intermédiaire du Muséum d'Histoire naturelle. Pour en permettre l'étude, j'en offrirai volontiers des échantillons après la récolte de 1906.

Je la considère comme une espèce élémentaire au sens de Jordan, pour plusieurs raisons. Elle diffère de la forme origine par presque tous ses caractères et, d'autre part, elle a donné naissance, dans ces dernières années, à plusieurs variétés proprement dites. Sans que les caractères qui la définissent comme espèce se soient modifiés, j'en ai obtenu une variété à grains blancs, stable après autofécondation; j'ai isolé aussi une forme à grains ridés dont les cultures de cette année me permettront d'apprécier la valeur. Enfin, le même maïs précoce a donné en 1904 une variété *ever-sporting* très curieuse parce qu'elle présente une anomalie qui m'est inconnue dans la famille des Graminées; cette anomalie consiste dans la métamorphose des glumellules des fleurs mâles en organes épaissis, comparables aux styles des fleurs femelles en ce qu'ils sont terminés par des filaments de plusieurs centimètres de long et couverts de poils.

Le *Zea mays præcox* est analogue aux espèces dues au dimorphisme sai-

sonnier étudiées par Wettstein [1] et explique peut-être leur origine. Par une étude comparée d'espèces voisines, vivant d'une part dans les terres incultes, d'autre part dans les prairies soumises à la coupe plusieurs fois chaque année, Wettstein arrive à conclure que des espèces tardives de *Gentiana, Euphrasia, Campanula*, etc... ont donné naissance à des espèces précoces, morphologiquement très distinctes, qui mûrissent leurs graines avant la fenaison. Selon lui, la sélection, poursuivie dans le même sens par suite de coupes répétées, a déterminé la fixation des formes à dimorphisme saisonnier. Les résultats obtenus sur le maïs me permettent de penser que c'est la coupe même des plantes tardives qui a déterminé l'*apparition subite de formes stables et très précoces* par un processus qui se rapproche bien plus de la mutation de H. de Vries que de la sélection lente de Darwin.

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la graisse des vins*. Note de MM. E. KAYSER et E. MANCEAU, présentée par M. Müntz.

Dans une Note du 19 mars 1906 nous avons fait connaître les principaux caractères des ferments de la graisse, isolés de vins provenant de trois régions différentes. Nous avions reconnu la formation de mannite et d'acide lactique inactif dans les vins filants.

Des expériences nouvelles ont été faites en vue de préciser les substances attaquées ainsi que les produits de transformation.

Un vin blanc de Champagne, d'une acidité totale de 4g,386 exprimée en acide tartrique par litre et au titre alcoolique de 9°,3, a été stérilisé à froid et réparti dans quatres bouteilles. L'une n'a reçu aucune addition de sucre (témoin), les trois autres respectivement : 3,4 pour 100 glucose, 3,35 pour 100 saccharose, 2,2 pour 100 lévulose. Ensemencés avec un ferment gras, tous ces vins étaient filants, à l'exception du témoin, au bout d'un mois; à l'ouverture des bouteilles, il se faisait un dégagement abondant d'acide carbonique.

Résultats analytiques (grammes par litre).

	Sucre initial.	Sucre restant.	Sucre disparu.
Vin témoin.........	1,60	1,31	0,29
Vin avec glucose....	34,09	29,18	8,91
Vin avec saccharose.	33,57	15,33	18,24
Vin avec lévulose...	22,21	1,59	20,62

(1) RITTER VON WETTSTEIN, *Der Saison-Dimorphismus als Ausgangspunkt für die Bildung neuer Arten im Pflanzenreiche* (*Ber. d. deut. bot. Ges.*, 1895, Bd. XIII, p. 303-313) et (*Denkschrift für Math. Naturw. Klasse Akad. Wien*, t. LXX, p. 303-346).

Le sucre du vin témoin est exprimé en lévulose, les autres, respectivement, en glucose, saccharose, lévulose; le lévulose est donc l'aliment préféré du microbe.

Les produits formés varient avec le sucre attaqué; le lévulose donne de la mannite, de l'acide lactique et de l'acide acétique avec traces d'acides supérieurs; le glucose de l'acide lactique et des acides volatils, enfin le saccharose donne les produits de ses deux constituants.

Transformations pendant la fermentation (*grammes par litre*).

	Acide fixe formé en acide lactique.	Acide volatil en acide acétique.	Mannite formée.
Vin avec glucose ...	0,178	0,091	»
Vin avec saccharose .	2,978	2,202	9,30
Vin avec lévulose ...	3,470	2,483	10,64

soit environ 50 de mannite pour 100 de sucre transformé.

Lorsqu'on neutralise le vin partiellement, les produits sont les mêmes avec quelques variantes, seulement le filage apparaît au bout de 10 jours déjà. Nous n'avons pas constaté la formation d'acide succinique, la quantité d'ammoniaque varie avec la nature de sucre ajouté au vin; c'est peut-être un produit de souffrance.

Le ferment employé, de forme nettement bacillaire, ressemble fortement à celui décrit par Kramer; nous avons également isolé des vins de Champagne un ferment gras de dimensions souvent plus petites et affectant la forme de chapelets à nombreux articles (ferment de Pasteur). Il paraît doué d'un pléomorphisme très prononcé, dépendant principalement de l'âge, de la réaction du milieu et de la présence ou de l'absence d'air. Il présente, à ce sujet, beaucoup d'analogie avec le *micrococcus oblongus* de Boutroux et les formes observées par Hansen et Henneberg chez les bactéries acétiques. M. Laborde avait déjà signalé l'existence de plusieurs ferments gras du vin [1].

Tous ces ferments donnent naissance aux mêmes produits, avec des variations de l'ordre de celles qu'on trouve chez les diverses levures alcooliques.

Au point de vue pratique, il résulte de notre étude que le viticulteur exposé à avoir des vins gras aura intérêt à effectuer son ensemencement artificiel avec une levure exempte de lévulose qui fera disparaître une des principales causes de la maladie. Ajoutons que ces ferments peuvent être accoutumés à supporter des doses de plus en plus élevées d'acidité, sans donner toujours naissance à la formation de glaire.

---

(1) *Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux*, 1904.

ZOOLOGIE. — *Nouvelles observations sur l'appareil rétrocérébral des Rotifères.* Note de M. **P. Marais de Beauchamp**, présentée par M. Yves Delage.

J'ai pu, depuis ma première Note, compléter et préciser la notion de l'organe rétrocérébral que j'y avais exposée. J'ai constaté la présence presque constante, en dehors du sac proprement dit, aisément visible et colorable sur le vivant par le neutralroth (le brillant kresylblau donne une réaction tout à fait analogue), d'une seconde formation, de caractères anatomiques tout différents, qui n'est en général décelable que par les coupes; je l'appellerai la *glande subcérébrale*. C'est, en effet, une glande à protoplasma massif, renfermant comme toutes celles des Rotifères des noyaux à gros nucléoles, étroitement appliquée à la face inférieure du cerveau, en avant, par conséquent, du sac (l'œil est généralement situé au point de jonction de ces trois organes). Elle s'effile en arrière en un long conduit, plus exactement, car il n'a pas de parois propres, en une traînée d'une sécrétion très colorable sur les coupes par le lichtgrün et qui se forme en petites gouttelettes dans les parties adjacentes du protoplasma. Ce conduit est uni très intimement à la face ventrale de celui du sac rétrocérébral. A la bifurcation de celui-ci, il se dédouble également et, sans l'abandonner, le croise pour aller s'ouvrir un peu plus en dedans et plus dorsalement que lui.

L'étude comparée de cet organe, surtout chez *Triphylus lacustris* (Ehrenberg) rend vraisemblable l'idée qu'il n'est qu'un dédoublement et une différenciation secondaire du sac rétrocérébral. Dans ce dernier, le réseau formé par la paroi des vacuoles de sécrétion prend également le lichtgrün, tandis que leur contenu (qui a peu d'affinités pour les colorants, en général, après fixation au bichromate osmié) est faiblement métachromatique au bleu Unna, réaction que ne présente pas la glande subcérébrale.

Cette division de l'appareil rétrocérébral paraît très générale, car je l'ai retrouvée dans tous les cas où il est bien développé et où j'ai pu employer la méthode des coupes; en effet, par simple transparence, la glande subcérébrale se confond le plus souvent avec le cerveau en une masse granuleuse masquée par le sac et les cellules de la couronne. Pourtant chez certains Notommatinés, où elle est paire dans toute son étendue, elle prend un grand développement et fait saillie à droite et à gauche du sac en deux lobes parfois plus longs que lui et pouvant renfermer aussi des granulations cristalloïdes; ce sont les lobes accessoires, depuis longtemps signalés, dont j'ai parlé chez *Copeus* et *Eosphora* et qui n'ont aucune continuité réelle avec le cerveau. Chez les *Notommata* tels que *N. aurita* Ehr., on reconnaît à un examen attentif leurs gros

noyaux dans la partie postérieure, en réalité formée par leur fusion, de ce qui semblait d'abord le cerveau seul.

Il en résulte que les trois types d'organe rétrocérébral, distingués dans ma première Note, n'ont rien de fondamentalement distinct, mais sont des modalités d'un même appareil qui ne diffèrent que par le développement relatif des parties et les caractères de la sécrétion. Au point de vue de sa répartition chez les Rotifères, j'ai constaté récemment sa présence dans un grand nombre d'espèces dans la plupart desquelles il n'avait jamais été même entrevu.

Je ne citerai pour le moment que quatre d'entre elles, intéressantes comme appartenant à des familles où l'organe n'était pas mentionné et comme montrant des stades divers de sa régression.

1° Chez *Synchæta oblonga* Ehr., l'œil, placé au bord inférieur et dorsal du cerveau, est formé de deux taches de pigment rouge séparées par une vésicule transparente. Or cette vésicule, qui renferme un petit nombre de granulations opaques analogues à celles des *Notommata*, montre par la coloration vitale un prolongement antérieur et deux branches de bifurcation se terminant au bord supérieur de la tête. C'est donc un véritable sac rétrocérébral, qui paraît manquer complètement chez d'autres espèces de ce genre très homogène comme *S. pectinata*.

2° Dans *Hydatina senta* O.-F. Müller, prise si souvent comme type des Rotifères, il existe aussi un sac rétrocérébral, méconnu jusqu'ici en raison de son faible développement. Il se réduit à une masse protoplasmique irrégulière, qui double la face postérieure du cerveau et renferme des vacuoles très inégales. Elle envoie en haut deux fins cordons protoplasmiques qui se terminent par une extrémité légèrement renflée au niveau de la couronne interne, de part et d'autre de la touffe ciliaire médiane; on les confond à première vue avec les nombreux nerfs de l'organe rotateur. Mais cordons et vacuoles sont colorables vitalement par les colorants spécifiques.

3° Chez *Asplanchnopus multiceps* Schrank, l'appareil rétrocérébral est extrêmement réduit; visible chez le jeune, grâce à la présence de deux amas latéraux de granulations réfringentes; chez l'adulte il a presque disparu et peut à peine être décelé sur les coupes.

4° Chez *Anuræopsis hypelasma* Gosse, forme malheureusement de très petite taille, on distingue fort bien un sac dorsal au cerveau, de même aspect que chez les *Euchlanis*. Mais il ne prend absolument pas les colorants vitaux, ce qui, joint à la difficulté des coupes, empêche d'étudier sa terminaison antérieure.

Cette présence de l'appareil rétrocérébral dans un grand nombre d'espèces isolées les unes des autres et réparties au hasard dans la classification, son développement très différent chez des formes très voisines, la grande unité de sa constitution sous une diversité apparente, les nombreuses formes de régression qu'on en rencontre, justifient, je crois, l'hypothèse

qu'il représente un organe primitif, autrefois commun à tous les Rotifères, au moins aux Ploïmides (bien qu'il soit peut-être possible de le retrouver dans les autres groupes), mais régressé ou disparu actuellement dans une bonne partie des genres. Il n'en devient pas moins nécessaire de lui faire place dans notre conception générale de l'organisation de ces animaux.

MÉDECINE LÉGALE. — *Sur un nouveau procédé d'obtention des cristaux d'hémine dans le diagnostic médico-légal des taches de sang.* Note de MM. **Sarda** et **Caffart**, présentée par M. Bouchard.

Récemment, le docteur Antonio Lecha-Marzo (de Valladolid) [1] proposait un nouveau procédé pour le diagnostic des taches de sang. Ce procédé, qui consiste à traiter ces taches par une solution d'iode, la pyridine et le sulfure d'ammonium, nous a paru, après une longue série d'expériences, trop inégal dans ses résultats pour mériter la préférence sur le procédé classique de Teichmann. Mais cet insuccès relatif nous a suggéré l'idée de remplacer l'iode par ses analogues le chlore et le brome et d'entreprendre avec ces corps une série de recherches qui nous a conduits à adopter et à proposer le procédé suivant :

On dépose sur une lame porte-objet une goutte d'une solution sanguine récente ou ancienne, étendue ou concentrée, qu'on évapore lentement à une chaleur modérée. On y ajoute successivement une goutte d'eau chlorée, une goutte de pyridine et une goutte de sulfure d'ammonium, et l'on recouvre avec précaution d'une lamelle couvre-objet. On voit alors, sans nouvelle évaporation, avec un grossissement de 500 diamètres, des cristaux de chlorohématine en nombre vraiment prodigieux.

Ce sont des bâtonnets rhomboïdaux de dimensions variables, tantôt isolés, tantôt groupés en croix, en V ou en X, quelquefois réunis en étoiles; d'une coloration intense rouge brun ou rouge vif.

En même temps que ces cristaux, on en voit en nombre variable qui, groupés en étoiles, en épis, en pinceaux, et d'une coloration rouge très intense, sont constitués par de l'hémochromogène.

Ainsi l'oxyhémoglobine, sous l'action de la pyridine et du sulfure d'ammonium, se transforme en hématine alcaline, puis en hématine réduite ou hémochromogène, qui, unie à l'acide chlorhydrique de l'eau

(1) *Un nuevo procedimiento para el diagnostico medico-legal de la manchas de sangue,* 1906.

chlorée, donne de la chlorohématine. Un excès de sulfure ammonique favorise la production de cristaux d'hémochromogène.

Il faut s'empresser de placer la lamelle couvre-objet. Sans cette précaution, il se forme rapidement une pellicule jaunâtre de cristaux de soufre qui, emprisonnés entre la lamelle et la lame, gênent beaucoup pour l'examen de la préparation.

La solution sanguine, quelle que soit l'ancienneté de la tache, quel que soit l'objet soumis à l'examen, se fait dans les conditions et avec les précautions habituelles. Nous avons expérimenté sur des taches datant de plusieurs années (10 ans). Nous avons toujours obtenu des résultats remarquables.

Avec des taches de rouille contenant une faible quantité de sang, nous avons obtenu, au milieu des particules et des amas noirâtres de rouille qui encombraient la préparation, de nombreux cristaux de chlorohématine très caractéristiques, d'une belle couleur rouge vif qui tranchait sur le fond sombre de la préparation.

Le seul défaut de ce procédé, qu'il est facile de supprimer, c'est que les cristaux ne se conservent pas longtemps à l'air libre. Il est donc nécessaire de sceller les préparations au baume de Canada.

Conclusions. — La réaction qui permet d'obtenir des cristaux de chlorohématine en traitant les taches de sang par une solution de chlore, la pyridine et le sulfure d'ammonium, constitue un excellent procédé de diagnostic, bien supérieur au procédé classique. La technique est des plus faciles; les résultats sont constants; la coloration des cristaux rend la recherche aisée; la réaction se produit rapidement et sans tâtonnements, elle est très sensible. Nous n'hésitons pas à proposer son emploi toutes les fois qu'il sera utile de faire un diagnostic médico-légal de taches suspectes.

GÉOLOGIE. — *Le Gault et le Cénomanien du bassin de la Seybouse et des hautes plaines limitrophes (Algérie).* Note de M. **J. Blayac**, présentée par M. de Lapparent.

Depuis le Mémoire de Coquand ([1]), le Crétacé moyen de la région orientale de la province de Constantine n'a fait l'objet d'aucun travail

([1]) H. Coquand, *Descr. géol. de la prov. de Constantine* (*Mém. Soc. géol. de Fr.*, II, t. V, 1854).

original. Au cours de mes études pour le Service géologique de l'Algérie, j'ai reconnu dans le bassin de la Seybouse la présence assez fréquente du Gault et du Cénomanien, que Coquand avait brièvement signalés en trois endroits et j'ai découvert le Vraconnien, qui avait forcément passé inaperçu à ce savant (¹).

Gault. — Sur la haute plaine des Harectas (Dj. Gueliff, Dj. Hamimat, etc.), le Gault est formé de marnes alternant avec des quartzites et des calcaires (épaisseur totale, 150^{m}). Au sud d'Hamimat il repose en concordance sur les calcaires récifaux aptiens du Sidi-Rgheiss et, au nord, sur les marnes de l'Aptien supérieur à *Oppelia Nisus* D'Orb., *Parahoplites gargasensis* D'Orb., etc. Il est peu fossilifère; j'y ai recueilli : *Acanthoceras Milleti* D'Orb., *Ac. tuberculatum* Sow., *Douvilleiceras mamillare* Schloth. Dans la chaîne des Chebka et au voisinage des lacs, près Aïn-M'lila, il affleure sur de longues étendues. J'ai rapporté du Gault des Chebka : *Phylloceras Velledæ* Mich., *Puzosia Mayori* D'Orb., *P. Paronæ* Kilian (cf. *Emerici* Par. et Bonar.), *Douv. mamillare* Schloth., *Turrilites Gresslyi* Pict., etc. (²).

A l'ouest des Chebka, au Dj. Djaffa, des marnes de faible épaisseur situées entre l'Aptien et le Cénomanien contiennent *Tetragonites Timotheanum* Mayor, *Desmoceras Parandieri* D'Orb., *Lytoceras Agassizi* Pict., *Puzosia Mayori* D'Orb., etc.

Au Nord-Est, la vallée anticlinale de l'Oued Cheniour offre des couches albiennes (marnes et quartzite : 1^{m},50 à 2^{m}) reposant en concordance sur l'Aptien très fossilifère que j'ai sommairement décrit (*Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 958). Les marnes aptiennes présentent à leur sommet une faune assez voisine de celle de Clansayes : *Parahoplites Abichi, P. gargasensis, Desmoceras cf. Toucasi* Jacob, *Douvilleiceras nodosocostatum, Oppelia Nisus*, etc. Les marnes du Gault immédiatement supérieures à celles-ci m'ont donné : *Desmoceras Beudanti* Brong., *D. Parandieri* D'Orb., *Puzosia Dupini* D'Orb., *P. latidorsata* Mich., *P. Paronæ* Kilian, *Sonneratia raresulcata* Leym., *Douvilleiceras nodosocostatum* D'Orb., etc. Ce niveau nettement albien inférieur est recouvert par le Vraconnien dont je vais parler plus loin.

Au Nord, vers Guelma et le Taya, dans l'axe du géosynclinal crétacé du Tell, le Gault existe entre le Vraconnien et l'Aptien fossilifères, si j'en juge par quelques Ammonites du groupe de *D. Beudanti* et de *D. Dupini*.

Vraconnien. — Les calcaires qui surmontent le Gault à *Desmoceras Beudanti* du Cheniour sont bien stratifiés, à cassure noire, légèrement bitumineux et se débitent en plaques (épaisseur totale, 50^{m} à 60^{m}). Ils renferment sur le flanc nord du brachy-anticlinal de cette vallée de nombreux fossiles pyriteux bien conservés. J'ai la certitude que tous les échantillons que j'ai récoltés là proviennent uniquement de ces calcaires, mais pour beaucoup d'entre eux il m'a été difficile de fixer leur niveau d'origine; cependant j'ai pu me rendre compte que les espèces suivantes appartenaient sûrement

---

(¹) J. Blayac, *Compte rendu sommaire de la Soc. géol. de Fr.*, 25 juin 1906.

(²) J'ai étudié une partie des fossiles cités dans cette Note au laboratoire de Géologie de Grenoble où M. Kilian, à qui je témoigne ici ma vive reconnaissance, m'a prodigué ses savants avis.

au tiers inférieur A de la masse de ces calcaires : *Phylloceras Velledæ* Mich., *Ph. serum* Opp., *Lytoceras Bourritianum, Gaudryceras multiplexum* Kossm., *G. marut* Stol., *G. Dosei* Fallot, *Tetragonites Timotheanum* Mayor, *T. Jurini* Pict., *Puzosia Paronæ* Kilian, *P. Mayori* D'Orb., *Acanthoceras Mantelli* Sow., *Schlœnbachia inflata* Sow., *Anisoceras Saussurei* Pict., *Turrilites Scheuchzerianus* Bosc., *T. Morrisi* Sharpe, *T. Wiesti* Sharpe, *Baculites Gaudini* Pict. et Camp., *B. baculoides* D'Orb.

Les bancs immédiatement supérieurs B, avec plusieurs des espèces précédentes (*Ac. Mantelli, Schlœnbachia inflata, Phylloceras serum, Tetragonites Timotheanum, Gaudryceras multiplexum, G. marut*, les Turrilites et Baculites), m'ont fourni :

Acanthoceras laticlavium Sharpe, *Ac.* cf. *rotomagense* Defr., *Forbesiceras Largilliertianum* D'Orb., *Lytoceras Pauli* Coq. (du Cénomanien d'Aumale), *Puzosia Denisoniana* Stol., *P. planulata* Sow., var. *africana* (à sillons très chevronnés sur les flancs) et *Turrilites costatus* Lk.

Les derniers bancs calcaires qui surmontent ceux-ci sont très pauvres en fossiles ; j'y ai trouvé quelques moules internes calcaires de *Schlœnbachia inflata* et d'*Ac. Mantelli*.

Dans l'ensemble, la faune des calcaires du Cheniour peut être assimilée à celle du Vraconnien de Sainte-Croix, de Cheville (Alpes vaudoises), de la Tunisie centrale, de Madagascar, de l'Inde (Ootatoor inférieur). On peut même considérer dans le Vraconnien du Cheniour un niveau inférieur A probablement albien et un niveau supérieur B qui est indubitablement cénomanien.

Le Vraconnien affleure aussi : 1° dans la vallée du Bou Hamdan, près Medjez-Amar où j'ai trouvé *Gaudryceras multiplexum* Kossm., *G. vertebratum* Kossm. (formes types de l'Ootatoor inférieur), *Puzosia latidorsata* Mich., etc.; 2° dans le nord des Chebka où j'ai recueilli, avec nombre d'espèces citées du Cheniour, *Gaudryceras* cf. *odiense* Kossm. (de l'Ootatoor inférieur) ; 3° sur le flanc nord du Dj. Djaffa.

On découvrira assurément le Vraconnien en bien des points du Tell algérien ; si j'en juge par les listes de fossiles données par M. Peron, il est présent aux environs d'Aumale et de Berrouaguiah (province d'Alger).

En classant par genres les échantillons vraconniens que j'ai recueillis, j'ai constaté que les *Phylloceras* et les *Lytoceras* étaient en majorité (au moins 50 pour 100), ce qui donne à l'ensemble de la formation un cachet méditerranéen bien net. En outre, les 4 ou 5 espèces indiennes que j'ai indiquées confirment l'hypothèse admise par M. Pervinquière d'une communication directe entre l'Afrique du Nord et l'Inde à cette époque méso-crétacée, hypothèse encore justifiée par la découverte du Vraconnien en Perse (Douvillé, *Congrès géologique de* 1900, 1re partie, p. 439).

Cénomanien. — En plus des affleurements cénomaniens signalés ci-dessus, il faut attribuer à cet étage des calcaires en plaquettes qui, dans la plaine des Harectas, dans la chaîne des Chebka, etc., occupent de grandes étendues au-dessus des schistes et quartzites du Gault ou des calcaires récifaux aptiens.

Ce Cénomanien contient : *Acanthoceras rotomagense* Defr., *Forbesiceras Largilliertianum* D'Orb., *Puzosia planulata* Sow., *Schlœbachia inflata* Sow., associés à des Échinides : *Discoidea cylindrica* Ag., *Hemiaster Aumalensis* Coq. *Epiaster Vatonnei* Coq., etc. Dans le plaine des Lacs il acquiert un facies nettement néritique ; on y recueille : *Heterodiadema libycum* Desor, *Hemiaster batnensis* Coq., *Exogyra flabellata* Goldf., *Ex. Africana* Lk., *Ex. Delletrei* Coq, *Aspidiscus cristatus* M. Edw. et Haime.

C'est le Cénomanien tel qu'il est connu sur les hautes plaines algériennes et dans la Tunisie centrale.

GÉOLOGIE. — *La liquéfaction de l'acide carbonique volcanique en Auvergne. La fontaine empoisonnée de Montpensier.* Note de **Ph. Glangeaud**, présentée par M. de Lapparent.

Les nombreux dégagements d'acide carbonique qu'offre l'Auvergne constituent, comme on le sait, une des dernières manifestations de l'activité volcanique dont ce pays a été longtemps le théâtre. Toutes les sources minérales de cette région renferment ce gaz en quantité notable; aussi fournit-il, seul ou associé, une des caractéristiques de leur composition chimique. Ces sources sont distribuées sur des cassures-failles de l'écorce terrestre, qui sont des chemins faciles d'ascension de l'eau.

Je n'aurais pas parlé des sources de Montpensier (Puy-de-Dôme) puisqu'elles offrent les caractères généraux que je viens d'exposer, si elles n'avaient présenté, en outre, un intérêt scientifique marqué à d'autres points de vue.

1° Ces sources, situées en pleine Limagne, près du village de Montpensier, à 2^{km} d'Aigueperse, sont alignées sur des cassures de direction NE. L'une de ces sources est connue depuis longtemps sous le nom de *fontaine empoisonnée*. Les animaux qui venaient en effet se désaltérer ou se réfugier dans le creux où elle jaillit étaient rapidement asphyxiés par l'acide carbonique qui y est toujours accumulé. On y recueillait fréquemment des cadavres d'oiseaux, de lièvres, de lapins, de fouines, de chiens, de mou-

tons, etc., Des enfants faillirent même plusieurs fois y trouver la mort.

C'était jusqu'ici la seule source connue. Mais, aux alentours, on remarquait des taches où l'herbe ne poussait pas, taches qui s'alignaient à travers les champs cultivés, dans la direction NE. Ces taches étaient dues à l'asphyxie plus ou moins complète des plantes par l'acide carbonique qui se dégageait en ces points. Si les végétaux ont besoin de ce gaz pour vivre, la trop grande quantité les asphyxie comme les animaux.

Sur mes indications, le propriétaire du champ, M. Margeridon, fit des sondages provisoires en tous ces points et partout il trouva, en effet, des venues abondantes d'acide carbonique.

J'avais depuis plusieurs années attiré l'attention sur ce fait qu'il se dégage, par jour, sans profit, en Auvergne, des milliers de mètres cubes d'acide carbonique.

En liquéfiant ce gaz, disais-je, qui ne coûte rien à préparer, puisqu'on n'a qu'à le puiser dans le sol, et qui est, en outre, *plus pur que le gaz artificiel*, qui renferme fréquemment des produits toxiques (oxyde de carbone, arsenic, etc.), tandis que le gaz naturel ne renferme que de l'oxygène et de l'azote, on utiliserait un élément de richesse très notable.

Ces idées, réalisées depuis longtemps dans les régions volcaniques de l'Allemagne (Eifel, Westphalie, etc.), viennent enfin de recevoir un commencement de solution pratique dans notre pays. Et ce sont les sources de Montpensier qui fourniront bientôt, je l'espère, le précieux liquide réfrigérant et antiseptique, dont les applications deviennent de plus en plus nombreuses.

La quantité de gaz dégagé est actuellement d'environ 500000^{l} par jour; mais j'estime que des recherches bien conduites augmenteront beaucoup ce débit.

2° Les cassures sur lesquelles se trouvent les sources intéressent des marnes-calcaires oligocènes qui ont livré près de là une faune très riche en Mammifères (rhinocéros, crocodiles, tortues, etc.).

Deux de ces sources offrent des particularités très curieuses. Elles sourdent au fond de cavités de plusieurs mètres de profondeur, au milieu d'une boue argileuse consolidée, par places, par des filons d'aragonite.

Or, dans les travaux de captage, on a recueilli, à $4^{m},50$ de profondeur, des vases gallo-romains, puis un squelette humain complet, plusieurs squelettes de bœuf, de cheval, de mouton, qui ont reçu un commencement de fossilisation.

A 5^{m}, on a rencontré un squelette de Mammouth (*Elephas primigenius*), avec ses molaires, ses défenses et les os des membres qui dénotent un animal de taille considérable. Il était accompagné de débris d'ossements de Bison (*Bos priscus*).

J'estime que ces *poches ossifères* résultent de l'élargissement local de la cassure par laquelle arrivent l'eau minérale et l'acide carbonique. Leur profondeur me paraît atteindre au moins 20^m. Elles ont été d'abord remplies par des dépôts de ruissellement, par une sorte de lœss plus ou moins argileux, à travers lequel l'eau et le gaz se faisaient jour. Le remplissage de ces poches s'est fait à différentes époques, puisqu'on trouve des squelettes datant d'environ 2000 ans, superposés à des fossiles tels que le Bison et le Mammouth, d'âge pléistocène supérieur, c'est-à-dire ayant au moins 50000 ans.

Ces animaux et l'homme qui les accompagne ne me paraissent pas avoir été entraînés par ruissellement dans les cavités à eau minérale. Ils ont dû y descendre naturellement, *comme le font les animaux d'aujourd'hui*, pour s'y réfugier ou y boire, car les cavités étaient très accessibles et ils *ont dû y être asphyxiés* par l'acide carbonique.

C'est là, à ma connaissance, un *gisement fossilifère unique en son genre*, bien qu'il rappelle à certains points de vue les fentes sidérolitiques et les poches à phosphorites du Quercy.

HYDROLOGIE. — *Sur les résistivités des eaux minérales, leur coefficient de variation avec la température et différenciation des eaux minérales naturelles des eaux similaires fabriquées artificiellement.* Note de M. **D. Negreano**, présentée par M. Lippmann.

I. La résistivité d'une eau minérale est presque une constante physique, caractéristique pour chaque eau minérale en particulier et qui sert à la différencier d'une autre eau minérale. Cette résistivité est d'autant plus petite que la concentration de l'eau minérale est plus grande. J'indique, dans le Tableau suivant, les résistivités de quelques eaux minérales réduites à la température de 18° C. :

Eaux minérales.	Résistivités en ohms-centimètres à 18° C.
Eau minérale de Caciulata (Roumanie).........	328
» Slanic, source n° 1 (Roumanie).	114
» » n° 3 »	48
» » n° 6 »	27,5
Eau minérale de Vichy, source Célestins........	140
» Vittel, grande source..........	500
» Evian, source Cachat..........	1280

II. Déterminant les résistivités aux diverses températures, l'on constate que les résistivités diminuent par rapport à la température. Si l'intervalle de température n'est pas grand, les résistivités R_t à une température t peuvent être exprimées en fonction de la résistivité R_{18} à 18° C. par la relation linéaire

$$R_t = R_{18}[1 - a(t - 18)],$$

où a est le coefficient de variation. La valeur de a est approximativement 0,02.

Voici d'ailleurs les valeurs exactes de a pour les eaux minérales précédentes :

Eaux minérales.	Valeurs du coefficient a.
Eau de Caciulata	0,019
Eau de Slanic, source nº 1	0,024
» nº 3	0,023
» nº 6	0,024
Eau de Vichy, source Célestins	0,023
Eau de Vittel, grande source	0,027
Eau d'Évian, source Cachat	0,026

III. Comme la résistivité d'une eau minérale naturelle est à peu près constante à une température déterminée, cette résistivité diffère notablement de celle d'une eau minérale similaire fabriquée artificiellement à la même température.

Voici quelques exemples. Déterminant la résistivité de l'eau de Vichy, source Célestins, j'ai trouvé la valeur de 140 ohms à 18°C., tandis que pour la résistivité d'une eau minérale similaire fabriquée artificiellement, j'ai trouvé 112 ohms à 18°C. De même la résistivité de l'eau d'Évian, source Cachat, est de 1280 ohms à 18°C. et celle d'une eau minérale similaire artificielle de 1120 à 18°C.

Ces exemples montrent clairement que la méthode des résistivités électriques est une des plus efficaces pour différencier les eaux minérales naturelles des eaux minérales similaires artificielles.

PALÉONTOLOGIE. — *Sur la structure du test dans les* Fusulines. Note de M. **Henri Douvillé**, présentée par M. R. Zeiller.

La question a été étudiée pour la première fois en 1862 par Carpenter : il lui a paru que le test des Fusulines présente une porosité analogue à celle des Nummulites et

des Rotalines; il reconnaît toutefois que la coquille est toujours plus ou moins altérée, de telle sorte qu'il est impossible de reconnaître avec certitude quelle est sa texture réelle.

Brady décrit en 1876 les Foraminifères du Carboniférien ; bien qu'il laisse systématiquement de côté les Fusulines, il n'en est pas moins intéressant de mentionner qu'il signale dans la plupart d'entre eux une texture arénacée : l'un d'eux présente même un réseau superficiel et un cloisonnement secondaire, analogues, dit-il, à ce que l'on observe dans *Loftusia.* Les quatre genres principaux présenteraient, pour cet auteur, des caractères intermédiaires entre les Perforés et les Imperforés.

Pour de Möller (1878), les Fusulines sont nettement perforées : il en est de même pour certains genres, comme les *Endothyra*, considérés à tort, dit-il, par Brady, comme arénacés et imperforés.

Schwager (1883) considère également les Fusulines et les Schwagérines comme perforées, et il donne les dimensions des pores, variant de 12^{μ} à 3^{μ}, séparés par des intervalles *ordinairement plus petits:* il résulte de cette observation que le test présente la forme d'un réseau dont les mailles sont, toutes proportions gardées, assez largement ouvertes, disposition qui ne se rencontre pas d'habitude dans les Foraminifères perforés. En outre, les pores ou canalicules sont indiqués quelquefois comme bifurqués.

Pour Verbeck et Fennema (1896), les Fusulines sont également perforées.

Les études récentes de Schellwien (1898, *Palæontographica*, vol. XLIV) présentent un intérêt tout particulier parce qu'elles nous donnent pour la première fois une figuration exacte de la texture du test, d'après des microphotographies : le réseau est figuré avec ses mailles *claires* polygonales arrondies, séparées par du tissu plus *foncé,* plus petites du côté externe par suite de la bifurcation des canalicules ; une coupe normale d'une Fusuline américaine représente ceux-ci par un trait de couleur *foncée*, arrondi et élargi en massue du côté interne, rétréci et souvent bifurqué du côté externe. Or, aucun canalicule de Foraminifère perforé n'a jamais présenté cette disposition singulière; en outre, la comparaison avec les réseaux que nous venons de citer semble indiquer que ces lignes foncées correspondent non aux vides des mailles, mais aux parties plus foncées et plus denses qui les séparent, c'est-à-dire à la partie *pleine* du réseau.

Nous avons pu examiner récemment toute une série de calcaires à Fusulines communiqués par M. Lantenois, ingénieur en chef des Mines, directeur du Service géologique de l'Indo-Chine; dans l'un d'entre eux, recueilli par M. Monod à Pang-Oua (Laos), les Foraminifères sont remarquablement conservés : la roche est entièrement formée d'une accumulation de *Fusulina, Schwagerina Verbecki, Doliolina craticulifera;* ce dernier fossile est identique aux formes des monts Semenow (Turkestan russe), figurées par Schellwien, mais il existe en outre une petite espèce nouvelle de *Doliolina* fusiforme, ayant de 5^{mm} à 6^{mm} de longueur sur $1^{mm},75$ de diamètre, qui se fait remarquer immédiatement par les grandes dimensions

des mailles du réseau superficiel, qui atteignent de 30$^{\mu}$ à 40$^{\mu}$, les intervalles ayant seulement de 7$^{\mu}$ à 14$^{\mu}$.

Les coupes normales montrent que le test est formé par une mince couche superficielle imperforée, soutenue par des poutrelles, minces d'abord, puis s'élargissant et s'arrondissant ensuite du côté interne : elles constituent des sortes d'alvéoles correspondant aux lignes pleines du réseau ou intervalles des mailles. C'est exactement la disposition que nous avons décrite et figurée dans *Loftusia* (Mission de Morgan, 1904, *Pl. XXXIV*), *Orbitolina* (*B. S. G. Fr.*, 1904), *Dictyoconus* (*Ibid.*, 1905), et qui se rencontre fréquemment dans les Imperforés arénacés (*Spirocyclina, Choffatella :* Schlumberger, *Ibid.*, 1904) : ici seulement les poutrelles sont renflées et arrondies à leur partie inférieure et leur intervalle est rempli par un dépôt de chaux carbonatée transparente, qui se distingue bien des poutrelles elles-mêmes, toujours plus foncées, plus opaques. Cette disposition correspond bien à celle qui avait été figurée par Schellwien, avec cette différence que les prétendus pores ou canalicules représentent en réalité la section des parois des alvéoles, comme nous l'avions fait pressentir.

Ces parois sont du reste de même nature que les cloisons elles-mêmes ; elles sont de même forme et n'en diffèrent que par la grandeur.

Les Fusulinidés ne sont donc pas des Perforés comme on l'admet généralement, mais des Imperforés arénacés présentant une texture particulière du test, que l'on peut désigner comme réticulée ou *alvéolaire*. Ils se rapprochent en somme des *Loftusia* et se rattachent dès lors aux Alvéolines comme l'avaient indiqué autrefois Parker et Jones.

La classification de ce groupe se trouve ainsi notablement simplifiée, les deux branches des Fusulines et des Alvéolines se trouvant réunies en une seule et les *Fusulinella* reprenant leur place normale tout à côté des *Fusulina :* les différents genres sont alors distingués par les caractères habituels, nature du test compacte, arénacée ou alvéolaire, forme de l'ouverture simple ou multiple, existence de dépôts secondaires à l'intérieur des loges et forme de ces dépôts (squelette interne).

On voit en outre que la nature réticulée ou alvéolaire du test n'est pas un caractère de famille comme nous l'avions pensé d'abord avec Munier-Chalmas, mais un simple cas particulier de la texture arénacée et un nouvel exemple de l'*économie dans les constructions,* si souvent mise en pratique par les êtres vivants.

Quand on étudie les Foraminifères carbonifériens, il est frappant de voir que tous les individus paraissent présenter une grande loge initiale; il

semble que les formes microsphériques manquent. Si cette observation se généralisait, elle indiquerait que les Foraminifères paléozoïques ne se reproduisaient encore que par scissiparité, la reproduction par sporulation ne s'étant établie qu'à l'époque secondaire.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la formation de la glace de fond.* Note de M. **J. de Schokalsky**, présentée par M. Bouquet de la Grye.

Le phénomène de la formation de la glace au fond des bassins lacustres et des rivières est connu depuis longtemps, mais il n'a presque pas été étudié jusqu'à présent. Une Communication faite à la Société de Géographie en février 1904 par un ancien officier de la marine, inspecteur de la navigation à la rivière de Swire (reliant les lacs d'Onéga et de Ladoga), M. L. de Vladimiroff, attira l'attention sur ce phénomène de géographie physique et une Commission spéciale étudia la question et élabora une instruction pour servir à une enquête dont les résultats furent imprimés dans les *Izvestia* de la Société. Cette enquête démontra que la glace de fond se rencontre partout dans la Russie d'Europe, en Sibérie et au Turkestan. Dans la plupart des cas on l'observait dans les rivières, mais elle se trouvait aussi dans les lacs. C'est à la fin de l'automne que se forme la plus grande quantité de la glace de fond qui précède l'embâclement des eaux.

Pendant le courant de l'année 1905, à partir du mois d'avril, la ville de Saint-Pétersbourg, en quête d'une source d'eau potable, organisa des observations en deux points aux bords du lac Ladoga, à une distance de 40^{km} de la ville, où l'on fit des observations, entre autres sur la formation de la glace de fond. Un des observateurs, sur ma prière et mes indications, fit des études spéciales de ce phénomène et m'indiqua le moment où il était dans sa phase la plus développée afin que je puisse arriver moi-même pour l'étudier et prendre des photographies des différentes formes de la glace de fond.

Les premiers vestiges de la glace de fond ont été observés en mi-novembre, puis on l'observa couramment jusqu'au moment où, en février, la surface du lac fut couverte de glace pendant une trentaine de jours; puis le phénomène s'est reproduit vers le milieu du mois de mars quand la glace de surface fut rompue, mais elle était tout autre qu'en hiver.

La nature de la glace de fond est toute différente de la glace ordinaire de surface : elle est constituée d'une multitude de cristaux, ayant une forme de lamelles plus ou

moins grandes, qui au commencement ne sont réunies l'une à l'autre qu'à leurs bases; puis elles se soudent par les bords si bien qu'elles forment des morceaux poreux ayant jusqu'à 1^m et plus de hauteur qui, en se détachant du fond, montent et peuvent casser la glace de surface d'une épaisseur de 1^{cm}.

La glace de fond observée dans le lac Ladoga peut être divisée en 4 catégories. La première se rencontre au commencement de la formation de la glace de fond; ce sont des morceaux sans une structure déterminée, constitués par de petits cristaux globulaires rappelant les cristaux du *firne*, avec des incrustations de gravier, du sable et de la vase. Cette espèce de glace empêche complètement les pêcheurs de faire leur métier en emportant au loin leurs filets, mais elle disparaît à mesure que l'hiver approche; la dernière fois qu'on trouva un pareil morceau fut le 8 janvier 1906.

Plus tard il se forme d'autres espèces de glace de fond; tantôt les cristaux prennent des formes d'écaille de poissons, chacune de 3^{mm} à 5^{mm}, qui se réunissent en morceaux; ces morceaux prennent sous la glace de surface la forme d'une plaque avec une épaisseur de $0^m,015$-$0^m,120$ et jusqu'à 1^m de grandeur dans tous les sens.

La forme qui est la plus commune est constituée par des lamelles de 1^{cm} à 4^{cm} légèrement soudées l'une à l'autre, souvent sous des angles de 60°. Comme base elles ont une agglomération de cristaux granuleux sur lesquels sont disposées les lamelles très fines et de formes variées. Quelquefois on trouve des lamelles d'une longueur allant jusqu'à $0^m,26$, ayant une épaisseur de 1^{mm}. Pareilles lamelles furent trouvées au fond à la profondeur de 1^m; elles avaient un axe longitudinal duquel rayonnaient à l'angle de 45° des axes secondaires. Souvent on trouve ces lamelles nageantes, séparément, sous la glace de surface, détachées de leurs noyaux mères. Le 31 janvier, sur un amoncellement de la glace à la côte, à une profondeur de $1^m,75$, on trouva des lamelles ayant jusqu'à $0^m,87$ de longueur, $0^m,32$ de largeur et $0^m,0035$ d'épaisseur.

Enfin on observe de grands morceaux de glace de fond, constitués uniquement par un ensemble de grandes lamelles. Par exemple, on trouva, le 7 janvier 1906, un pareil morceau ayant jusqu'à $1^m,60$ de longueur, $1^m,12$ de largeur et $0^m,35$ d'épaisseur; les lamelles étaient assemblées en groupes dont les lamelles voisines s'étaient soudées, formant en tout un grand morceau.

La glace du fond en forme de lamelles s'incruste aussi dans la glace de la surface où l'on observe souvent des groupes de lamelles quelquefois avec de petits cailloux.

La grandeur des lamelles augmente avec la marche de l'hiver. L'épaisseur de la couche de la glace de fond atteint $0^m,13$-$0^m,18$, mais quelquefois elle forme au fond une couche de $0^m,35$-$0^m,45$, puis la force ascensionnelle devient suffisante et elle se détache du fond et est emportée par le vent et les vagues.

Un exemple peut donner la vitesse de la formation de ce phénomène. Le 21 janvier, pour les observations de la température de l'eau au fond, on plongea un Negretti-Zambra avec la disposition de Mill attaché à un fil de chanvre de $0^m,008$ de diamètre. 5 minutes plus tard on lança le messager qui n'atteignit pas le thermomètre. Tout le long du fil il s'était formé des

cristaux de glace d'une épaisseur de $0^m,0085$ et l'instrument lui-même fut entouré d'une couche de $0^m,013$, ce qui prouve que la nature du matériel avait une influence.

Les conditions de la formation de la glace de fond sont dans la plupart des cas les suivantes. La température de l'air est comprise entre $-2°$ et $-12°$C. et celle de l'eau 0°C. jusqu'au fond et peut-être un peu plus basse au fond.

L'état du ciel n'est pas en relation avec le phénomène de la formation de la glace de fond. Pendant toute la période qu'on l'a observée la nébulosité était grande, souvent vers 8-10. Les plus grandes masses de la glace de fond furent observées quand au commencement de l'hiver la surface du lac était souvent libre de la glace de surface; de même au mois de mars elle se formait pendant les périodes pareilles.

On a eu la possibilité de vérifier que ce phénomène se reproduit jusqu'à une profondeur de 7^m, où l'on trouve encore de la glace de fond.

Il est encore impossible de préciser la cause du phénomène observé. Le cas du thermomètre Negretti rapporté plus haut et quelques observations faites selon nos indications démontrent peut-être que la température du sol et des objets au fond est un peu au-dessous de 0° ($-0°,05$ C.); pour élucider cette question, on se propose de faire des observations l'hiver prochain.

A 4 heures l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 28 mai 1906.

Note sur la protection des navires contre les torpilles automobiles, par M. Bertin, Membre de l'Institut. (Extr. du *Bulletin de l'Association technique maritime*.) 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Note sur le dirigeable mixte « Wellman Chicago Record Herald Polar Expedition ». Paris, imp. Paul Dupont, 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Janssen.)

Étude sur la constitution des savons du commerce dans ses rapports avec la

fabrication, par François Merklen; avec une préface de M. Haller, Membre de l'Institut. Marseille, typ. Barlatier, 1906; 1 vol. in-4°. (Hommage de M. Haller.)

Observatoire national astronomique, chronométrique et météorologique de Besançon; XVIIe Bulletin chronométrique, années 1904-1905, publié par M. A. Lebeuf. Besançon, J. Millot et Cie, 1906; 1 fasc. in-4° et 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Lœwy.)

Observatoire national astronomique, chronométrique et météorologique de Besançon; XVIIe Bulletin météorologique, publié par A. Lebeuf, années 1901 et 1902. Besançon, imp. Jacquin; 2 fasc. in-4°. (Présenté par M. Lœwy.)

Sur des systèmes de nombres permettant de retrouver rapidement les facteurs premiers d'un nombre, par Ernest Lebon. Lisbonne, 1906; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Appendice à la théorie des équations différentielles, par A.-J. Stodolkiewicz. Varsovie, imp. Noskowski, 1906; 1 fasc. in-8°.

Jahrbuch für das Eisenhüttenwesen; ein Bericht über die Fortschritte auf allen Gebieten der Eisenhüttenwesens im Jahre 1903; im Auftrage des Vereins deutscher Eisenhüttenleute bearbeitet von Otto Vogel; IV. Jahrgang. Dusseldorf, A. Bagel, 1906; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'éditeur.)

Ouvrages reçus dans la séance du 5 juin 1906.

Album de la Nouvelle Flore, représentant toutes les espèces de plantes, photographiées directement d'après nature, au cinquième de leur grandeur naturelle; 2028 photographies figurant toutes les espèces des environs de Paris dans un rayon de 100^km et les espèces communes dans l'intérieur de la France, par Gaston Bonnier, Membre de l'Institut. Paris, Librairie générale de l'Enseignement, s. d.; 1 vol. in-12. (Hommage de l'auteur.)

Remarques sur la comparaison entre les Angiospermes et les Gymnospermes, par M. Gaston Bonnier, Membre de l'Institut. (Extr. de la *Revue générale de Botanique*, t. XVII, p. 97.) Paris, 1905; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Les plantes du plateau des Nilghirris (Inde méridionale) *comparées à celles des environs de Paris*, par M. Gaston Bonnier, Membre de l'Institut. (Extr. de la *Revue générale de Botanique*, t. XVII, p. 289.) Paris, 1905; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Leçons sur les séries trigonométriques, professées au Collège de France, par Henri Lebesgue. Paris, Gauthier-Villars, 1906; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Émile Picard.)

Étude sur la stabilité des trains et les chemins de fer à voie de 0^m,60; Conférence faite aux élèves-ingénieurs des Ponts et Chaussées et des Mines, par M. le Colonel d'artillerie Péchot. (Extr. des *Annales des Ponts et Chaussées*, 2e trimestre 1905.) Paris, E. Bernard; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Léauté.)

Rapport de M. A. de Grossouvre, Ingénieur en chef des Mines, sur *l'aménagement et la conservation des eaux*. Bourges, H. Sire, 1906; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. de Lapparent. Hommage de l'auteur.)

Une station ornithologique dans l'Oise : Nouvelles observations sur les Oiseaux

ayant niché dans le périmètre du territoire de Gouvieux, suivies de la liste des Oiseaux qui y sont régulièrement ou accidentellement de passage, par XAVIER RASPAIL, avec 1 carte et 22 figures. (Extr. des *Mémoires de la Société zoologique de France,* t. XVIII, p. 32.) Paris, 1905; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

La Télégraphie sans fil, par I. VAN DAM; avec 74 figures dans le texte. Amsterdam, Scheltema et Holkema, s. d.; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

The Dietetics, by E.-J. DAVID. San-Francisco, 1905; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 11 JUIN 1906.

Le bilan d'un siècle, 1801-1900, par ALFRED PICARD, Membre de l'Institut. T. I : *Éducation et Enseignement; Lettres; Sciences; Arts.* Paris, Imprimerie nationale, 1906; 1 vol. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

La genèse des eaux thermales et ses rapports avec le volcanisme, par ARMAND GAUTIER, Membre de l'Institut. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1906; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

La Physique moderne, son évolution, par LUCIEN POINCARÉ. Paris, E. Flammarion, s. d.; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Lippmann.)

Untersuchungen über Aminosäuren, Polypeptide und Proteïne, 1899-1906, von EMIL FISCHER. Berlin, Julius Springer, 1906; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Les prix Nobel en 1903. Stockholm, Imprimerie royale P.-A. Norstedt et fils, 1906; 1 vol. in-8°. (Publié par ordre des corporations chargées de décerner les prix Nobel.)

Essai sur le carré magique de N *à* N *nombres,* par PROSPER DE LAFITTE. Agen, 1906; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Le Nouvel-Ontario (Canada), par F. ROMANET DU CAILLAUD. Paris, 1906; 1 fasc. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 18 JUIN 1906.

Comptes rendus hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences; t. CXLI, juillet-décembre 1905. Paris, Gauthier-Villars, 1905; 1 vol. in-4°.

Fossiles de Patagonie. Étude sur une portion du Monde antarctique, par ALBERT GAUDRY. (Extr. des *Annales de Paléontologie,* t. I, 1906, fasc. 3.) Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Annales de l'Observatoire national d'Athènes, publiées par DÉMÉTRIUS EGINITIS; t. IV. Athènes, 1906; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Lœwy.)

Inventaire général des richesses d'art de la France. Province : Monuments civils; t. VII. Paris, Plon-Nourrit et Cie, 1905; 1 vol. in-4°. (Offert par M. le Ministre de l'Instruction publique.)

Annales de la Société académique de Nantes et du département de la Loire-Inférieure; vol. VI de la 8e série, 1905. Nantes, 1906; 1 vol. in-8°.

Spelunca. Bulletin et Mémoires de la Société de Spéléologie. Table des nos 32-40, 1903-1905. Paris, au siège de la Société, 1905; 1 fasc. in-8°.

Albert v. Kœlliker zum Gedächtnis, von W. WALDEYER, mit Bildnis. (Extr. de

Anatomischen Anzeiger, t. XXVIII, 1906.) Iéna. 1906; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Some meteorological results of the Scottish national antarctic expedition, by R.-C. MOSSMAN, with plates. (Extr. de *The Scottish geographical Magazine,* mai 1906.) 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Die Krebssterblichkeit im Königreich Sachsen in den Jahren 1873 *bis* 1903, von GEORG RADESTOK. (Extr. de *Zeitschrift des königl. sächsischen statistischen Landesamtes,* 1905, 2ᵉ fasc.) 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Memoirs of the Department of Agriculture in India; t. I, n° 1 : *The Bombay Locust* (*Acridium succinctum* Linn.), a report on the investigations of 1903-1904, by H. MAXWELL-LEFROY. Calcutta, 1906; 1 fasc. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 25 JUIN 1906.

Théorie des fonctions algébriques de deux variables indépendantes, par ÉMILE PICARD, Membre de l'Institut, et GEORGES SIMART; t. II, 3ᵉ fasc. Paris, Gauthier-Villars, 1906; 1 fasc. in-8°. (Présenté en hommage par M. Émile Picard.)

L'âge des derniers volcans de la France, par MARCELLIN BOULE. Paris, Masson et Cⁱᵉ, 1906; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Albert Gaudry.)

Contribucion al estudio del oligoceno en Cataluna, por D. LUIS MARIANO VIDAL y M. CHARLES DEPÉRET, con version francesa (*Mem. de la R. Acad. de Ciencias y Artes de Barcelona;* Vol. V, n° 19). Barcelone, 1906; 1 fasc. in-4°. (Hommage de M. C. Depéret.)

Los Vertebrados del oligoceno inferior de Tárrega (prov. de Lérida), par CHARLES DEPÉRET; con version francesa (*Mem. de la R. Acad. de Ciencias y Artes;* Vol. V, n° 21). Barcelone, 1906; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Manuel du Répertoire bibliographique universel. Paris, Institut internationa del Bibliographie, 1905; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. le Général Sebert.)

Une erreur musicale, par S. ODIER. Auch, 1906; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Détermination de la hauteur des rayons d'aurores boréales, par V. KOUSNETZOW. (*Bull. de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg,* 1904, septembre, t. XXI, n° 2.) 1 fasc. in-4°.

Systematisches Conchylien-Cabinet von Martini und Chemnitz, herausgegeb. v. H.-C. KÜSTER und W. KOBETT. Nuremberg, Bauer et Raspe, 1905; 1 fasc. in-4°.

Magnetische und meteorologische Beobachtungen an der K. K. Sternwarte zu Prag im Jahre 1905. Prague, 1906; 1 fasc. in-4°.

Resultate des internationalen Breitendienstes; Bd. II, von TH. ALBRECHT und B. WANACH; mit zwei Tafeln. Berlin, 1906; 1 vol. in-4°.

Anuario del Servicio meteorologico de la direccion del Territorio maritimo; tomo sesto, ano 1904. Valparaiso, 1905; 1 vol. in-4°.

Report of the seventy-fifth Meeting of the British Association for Advancement of Science : South Africa, august and september 1905. Londres, 1906; 1 vol. in-8°.

Leland Stanford Junior University. Fifteenth annual Register, 1905-1906. San-Francisco, 1906; 1 vol. in-12.

Annales de l'Observatoire physique central Nicolas, publiées par M. Rykatchew; année 1903, 1[re] et 2[e] parties. Saint-Pétersbourg, 1905; 3 vol. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 2 juillet 1906.

Service hydrométrique du bassin de la Seine. *Observations sur les cours d'eau et la pluie centralisées pendant l'année* 1904, sous la direction de M. Eyriaud, par MM. F. Launay et E. Maillet; avec un *Résumé* par M. Edmond Maillet. Paris, 1905; 1 fasc. in-f° et 1 fasc. in-4°.

La cure de déchloruration dans le mal de Bright et dans quelques maladies hydropigènes, par le Dr Fernand Widal et le Dr Adolphe Javal. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1906; 1 fasc. in-12. (Hommage de M. A. Javal.)

De la quadrature du cercle, par Antoine Raffaelli. Bastia, C. Piaggi et Cie, 1905; 1 fasc. in-8°.

Bulletin météorologique du département de l'Hérault, année 1905, 33e année. Montpellier, 1906; 1 fasc. in-4°.

Bulletin de la Société des Sciences de Nancy, 3e série, t. VII, fasc. 1, 7e année, janvier-mars 1906. Paris, Nancy, Berger-Levrault et Cie, 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société industrielle d'Amiens; t. XL, n° 1, janvier-février 1906. Amiens; 1 fasc. in-8°.

Die Grösse der Erde, von F.-R. Helmert. Erste Mittheilung. (*Sitzungsberichte der königl. preus. Academie der Wissenschaften;* t. XXVIII, 31 mai 1906.) Berlin, 1 fasc. in-8°.

Publikationen des astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam, herausgegeb. v. Director H.-C. Vogel; Bd. LXX. Potsdam, 1906; 1 vol. in-4°.

Régime hydrologique du Dalelf, par Alex Wallen. Upsal, Almqvist et Wiksell, 1906; 1 fasc. in-8°.

Meteorological observations made at the Adelaide Observatory, and other places South Australia and the northern territory, during the years 1902-1903, under the direction of Charles Todd. Adelaïde, 1905; 1 vol. in-4°.

A continuous record of atmospheric nucleation, by Carl Barus; pub. by the Smithsonian Institution. Washington, 1905; 1 vol. in-4°.

Bulletin mensuel de l'Observatoire météorologique d'Upsal; vol. XXXVII, année 1905, par le Dr H. Hildebrand Hildebrandsson. Upsal, 1905-1906; 1 fasc. in-4°.

Elettricita atmosferica; meditazioni del capitano de Zio Vincenzo. Fossano, 1906; 1 fasc. in-8°.

Resultate der Untersuchung von armirtem Beton auf reine Zugfertigkeit und auf Biegung unter Berücksichtigung der Vorgänge beim Entlasten, bearbeitet von F. Schüle. (*Mitteilungen der Eidgen. Materialprüfungsanstalt am Schweiz. Polytechnikum in Zurich;* Heft 10.) Zurich, 1906; 1 fasc. in-4°.

The Institution of mechanical Ingineers; Proceedings, 1905, parts 3-4. Londres, s. d.; 1 vol. in-8°.

Transactions of the American Society of mechanical Engineers; vol. XXVI, 1905. New-York, 1905; 1 vol. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 9 JUILLET 1906.

Archéologie et Histoire des Sciences, par M. BERTHELOT, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences; avec publication nouvelle du *Papyrus grec chimique de Leyde* et impression originale du *Liber de septuaginta* de Geber. Paris, Gauthier-Villars, 1906; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Les progrès de la Chimie, 2e série. Conférences faites au Laboratoire de Chimie organique de la Sorbonne sous la direction de M. A. HALLER, Membre de l'Institut. Paris, Gauthier-Villars, 1906; 1 vol. in-8°. (Présenté en hommage par M. Haller.)

La Badiane au Tonkin, par PHILIPPE EBERHARDT. (Extr. du *Bulletin économique de l'Indo-Chine,* n° 49, janvier-février 1906.) Hanoï, F.-H. Schneider, 1906; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Berthelot.)

Sur les phénomènes d'intoxication dus aux piqûres d'Hyménoptères, par PAUL FABRE. Paris, G. Steinheil, 1906; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Album de Statistique graphique de 1900. Paris, Imprimerie nationale, 1906; 1 vol. in-4°. (Offert par M. le Ministre des Travaux publics.)

Archives de Médecine et de Pharmacie militaires; tome XLVII. Paris, les fils Rozier, 1906. (Offert par M. le Ministre de la Guerre.)

The Norwegian North Polar Expedition 1893-1896. *Scientific results,* edited by FRIDTJOF NANSEN; vol. V. Christiania, 1906; 1 vol. in-4°. (Hommage du Comité Fridtjof Nansen.)

Biologische Untersuchungen, von Prof. Dr GUSTAF RETZIUS; neue Folge, t. XIII; mit XLVIII Tafeln. Stockholm, 1906; 1 vol. in-f°. (Hommage de l'auteur.)

Plan of selected areas, by J.-C. KAPTEYN. Groningue, 1906; 1 fasc. in-8°.

Project für die Kgl. belgische Sternwarte in Uccle, von Dr S. RIEFLER. Munich, 1904; 1 fasc. in-8°.

Preliminary Report of the State Earthquake Investigation Commission. Berkeley, Cal., 1906; 1 fasc. in-8°.

Cambridge Observatory. Annual Report of the Observatory Syndicate, 1905 *may* 1 *by* 1906 *may* 18. S. l. n. d. 1 fasc. in-4°.

ERRATA.

(T. CXLIII, séance du 16 juillet 1906.)

Note de M. *Chudeau,* De Zinder au Tchad :

Page 194, *au lieu de* Damanghou, *lire partout* Damerghou.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 30 JUILLET 1906,

PRÉSIDENCE DE M. H. POINCARÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur l'Observatoire du mont Blanc;* par M. JANSSEN.

Je désire entretenir quelques instants l'Académie de l'Observatoire du mont Blanc.

Je compte me rendre bientôt à Chamonix pour rejoindre MM. Millochau et Štefànik, astronomes, qui sont en ce moment au sommet du mont Blanc, pour faire des études importantes de spectroscopie.

M. Beaudouin, architecte du gouvernement, chargé par moi depuis deux années des modifications et améliorations apportées à l'Observatoire du sommet, est revenu ces jours-ci me rendre compte des travaux qu'il a dirigés avec succès. Le refuge destiné aux touristes et séparé des pièces consacrées aux savants est construit et permettra, j'espère, aux voyageurs de respecter la demeure réservée aux savants.

Les travaux de nivellement exécutés en 1904 et en 1906 par M. Beaudouin l'ont amené à conclure que l'Observatoire n'a pas subi de mouvements appréciables pendant ce laps de temps.

MM. Guillemard et Moog, élèves de mon savant confrère M. Armand Gautier, viennent de faire un séjour de plusieurs jours au sommet pour la continuation des études biologiques entreprises l'année dernière.

Enfin, M. Alexis Hansky, astronome à l'Observatoire de Pulkowo, doit venir prochainement de Saint-Pétersbourg pour continuer les études d'Astronomie physique qu'il poursuit depuis plusieurs années avec persévérance et succès.

J'aurai l'honneur d'entretenir l'Académie des résultats obtenus par ces diverses missions scientifiques.

OPTIQUE. — *Des divers principes sur lesquels on peut fonder la photographie directe des couleurs. Photographie directe des couleurs fondée sur la dispersion prismatique.* Note de M. G. **Lippmann**.

Pour qu'une épreuve photographique reproduise les couleurs du modèle, deux conditions sont nécessaires :

1° La plaque sensible doit garder la trace des différences qui existent entre les diverses radiations qui sont mélangées dans un même rayon incident; il faut, en d'autres termes, que le système employé *analyse* chaque rayon incident.

2° Pour que la lumière incidente soit reconstituée après coup avec sa couleur, il faut que le système utilisé soit *réversible*, de manière à effectuer la synthèse des couleurs élémentaires.

D'après cette remarque générale, on peut se demander si tout phénomène physique qui permet de distinguer entre deux couleurs élémentaires ne pourrait pas servir de principe à un système de photographie directe des couleurs. La dispersion prismatique, utilisée dans le spectroscope, est dans ce cas.

Et en effet cette dispersion prismatique donne une solution du problème de la photographie directe des couleurs.

Un spectroscope photographique se compose essentiellement d'une fente f, d'un prisme, d'une lentille et d'une plaque sensible.

Il effectue évidemment l'analyse de la lumière qui tombe sur la fente. Il reste à montrer que l'appareil est par lui-même réversible et qu'il reconstitue après coup la lumière colorée qui a frappé la fente.

Supposons que la plaque sensible ait été développée, puis remise en place et considérons d'abord le cas où l'on aurait ainsi obtenu un positif. Si la fente a été éclairée par des rayons rouges, par exemple, ces rayons ont donné dans le spectre une image r de la fente. Cette image est transparente sur l'épreuve positive et constitue une sorte de fente qui, lorsque la plaque a été remise en place, est l'image conjuguée de la fente f. Inversement, f est l'image conjuguée de r, d'après le principe de la marche inverse des rayons. Il faut entendre que cette double condition est satisfaite pour les rayons rouges qui ont fourni l'image et pour ceux-là seule-

ment; les rayons d'une autre réfrangibilité auraient une marche différente et ils ne retomberaient ni sur *f* ni sur *r*.

Il s'ensuit que, si l'on éclaire *f* avec de la lumière blanche, la région transparente *r* ne reçoit que les rayons qui l'ont formée et ne laisse passer que ceux-là. Si l'on fait marcher la lumière en sens inverse, c'est-à-dire si l'on éclaire l'épreuve par de la lumière blanche, la fente ne reçoit et ne laisse passer que les rayons qui ont marqué leur trace sur *r*.

Le raisonnement s'applique à des rayons de réfrangibilités quelconques et coexistants. En résumé, le positif photographique étant remis en place et exposé à de la lumière blanche, la fente reçoit une lumière ayant exactement la même composition spectrale que celle qui l'avait éclairée pendant la pose.

Lorsqu'on remplace l'épreuve positive par son négatif, la fente est éclairée par une lumière exactement complémentaire de celle qui avait agi pendant la pose. Dans ce cas, en effet, la place *r* occupée dans le spectre par une radiation déterminée est un trait opaque. Cette radiation ne peut donc plus arriver jusqu'à la fente, car les seules radiations de cette espèce qui auraient pu tomber sur la fente sont celles qui auraient passé par *r*.

En résumé, une fois l'épreuve remise en place, un spectroscope photographique ne se laisse traverser que par les radiations qui ont agi pendant la pose; ces radiations sont remplacées par leurs complémentaires si l'épreuve est négative.

Afin d'appliquer ce principe à la reproduction des couleurs, j'ai installé l'appareil suivant : la fente unique d'un spectroscope est remplacée par une série de fentes très rapprochées : ce sont les lignes fines transparentes d'une trame lignée de 5 traits au millimètre, comme celles que l'on emploie dans l'industrie photographique. Cette trame est fixée à l'entrée d'un agrandisseur photographique, c'est-à-dire d'une boîte munie à sa sortie d'un châssis avec plaque sensible, et portant en son milieu une lentille convergente. Devant cette lentille, j'ai fixé un prisme de petit angle avec son arête parallèle aux lignes transparentes de la trame.

L'image à reproduire est projetée sur la trame; puis la plaque sensible est développée et remise en place. L'appareil étant éclairé en lumière blanche, on revoit l'image qui avait posé, avec ses couleurs. Chaque ligne de la trame fonctionne en effet comme la fente d'un spectroscope.

A la distance de la vision distincte on ne discerne plus les lignes de la trame, et l'image apparaît continue.

L'expérience a été faite d'abord avec le spectre de la lumière électrique : il a été reproduit avec ses couleurs à l'aide d'un positif. Avec un négatif le rouge a été remplacé par son complémentaire, le vert bleu, et le vert par du pourpre. Un vitrail rouge et vert, appliqué sur la trame, a de même été reproduit successivement avec ses couleurs, puis avec les couleurs complémentaires.

Il est nécessaire que le prisme fixé dans l'appareil ait un angle assez petit pour que chaque spectre ait une longueur moindre qu'une interligne : autrement les spectres empiéteraient les uns sur les autres. Il faut également que la plaque photométrique reprenne exactement la position qu'elle avait pendant la pose : cette condition est remplie automatiquement si l'appareil est solide et le calage soigné. Quand on déplace l'épreuve dans son plan les couleurs observées changent rapidement; si on la fait tourner, on observe un moirage coloré. Inversement on la ramène à sa position normale par un petit déplacement qui lui rend son aspect naturel.

On peut employer des plaques orthochromatiques très sensibles, comme celles du commerce; la pose est beaucoup plus courte qu'avec le procédé interférentiel.

Par contre, il est peu commode d'avoir à remettre l'épreuve dans l'appareil même qui l'a fournie, toutes les fois que l'on veut revoir les couleurs. L'épreuve vue à la main est noire et blanche; elle a l'aspect d'une épreuve ordinaire. Vue à la loupe, elle apparaît lignée et chaque ligne est divisée en petites zones qui sont les parties d'un spectre élémentaire.

Il serait peut-être possible de perfectionner ce procédé de manière à éviter l'emploi d'un appareil pour revoir les couleurs et de constituer la plaque de telle façon qu'elle se suffise à elle-même.

Supposons qu'on place une plaque sensible dans une chambre noire ordinaire, sans prisme, mais en interposant une trame, comme on le fait dans l'industrie de la reproduction photomécanique; supposons qu'on ait superposé à la trame, qui a, par exemple, 5 traits au millimètre, un réseau de 500 traits au millimètre. Chaque point lumineux projeté sur la plaque s'étale alors sous forme de spectre qui se photographie. En appliquant la trame avec son réseau sur l'épreuve développée, on doit revoir les couleurs de l'original, à condition de mettre l'œil à peu près à la place qu'occupait l'objectif. Le système est en effet réversible, en vertu du raisonnement donné plus haut.

OPTIQUE. — *Remarques générales sur la photographie interférentielle des couleurs.* Note de M. G. LIPPMANN.

1. Dans la théorie que j'ai donnée de la photographie des couleurs simples et composées, je me suis borné au cas particulier des ondes planes. Or, dans la pratique, les ondes ne sont pas planes; elles sont sensiblement sphériques, puisque l'on projette sur la plaque des images de points. Il est donc bon de généraliser le raisonnement. La théorie ainsi généralisée suggère l'idée d'une série de dispositifs qui pourraient, théoriquement du moins, remplacer le miroir de mercure.

2. Je supposerai d'abord l'objectif parfait et donnant d'un point extérieur une image P réduite à un point. Le point P et son image P′ fournie par le miroir de mercure se comportent comme deux sources synchrones. Les franges d'interférences obtenues ne sont pas planes (sauf l'une d'elles); elles ont la forme d'hyperboloïdes de révolution qui ont P et P′ pour foyers. Ce sont ces franges qui se fixent dans l'intérieur de la couche sensible, sous forme de dépôts photographiques doués d'un faible pouvoir réflecteur.

Supposons les franges formées par de la lumière de longueur d'onde λ et faisons tomber sur la plaque de la lumière blanche diffuse. Un rayon incident quelconque qui passe par P coupe la série des hyperboloïdes qui correspond à des maxima de lumière en une série de points M, M′, M″, ..., et les droites MP, M′P sont *également inclinées* sur la surface de la frange hyperbolique; donc les rayons réfléchis correspondants font partie d'un faisceau conique qui a son sommet en P′. De plus, la réflexion est sélective, c'est-à-dire qu'elle n'est efficace que pour la radiation λ qui a formé le système des franges.

En effet, lorsqu'on passe d'un point M au point suivant de la série, la différence de marche entre les deux rayons réfléchis croît de λ; la différence de phase correspondante est égale à zéro si la radiation incidente a pour longueur d'onde λ et seulement dans ce cas. Les seules vibrations réfléchies en proportion appréciable sont donc celles qui avaient formé le faisceau des franges d'interférence.

Dans la démonstration précédente, P et P′ sont deux sources synchrones, images d'un même point éloigné et rien n'implique que le point P′ ait été obtenu par réflexion sur un miroir. On peut donc généraliser et supposer que le système de ces deux sources ait été obtenu à l'aide de l'un quelconque des dispositifs employés pour faire des franges d'interférence.

En supprimant le miroir de mercure et en fixant un biprisme, ou bien le double miroir de Fresnel, devant l'objectif, on obtiendrait encore le système des points P et P′.

Ainsi l'on peut théoriquement remplacer le miroir de mercure par l'un quelconque des systèmes inventés pour donner des franges dans l'espace. Pratiquement il n'en est pas de même : il faut que les points P et P′ soient très rapprochés, et dans ce cas les défauts de construction du biprisme ou du double miroir de Fresnel font que les faisceaux interférents ne se rencontrent plus. On ne pourrait sans doute réussir l'expérience qu'en utilisant les faisceaux illimités fournis par le système de deux miroirs demi-transparents.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie l'envoi, par l'*American Philosophical Society* de Philadelphie, d'un exemplaire de la médaille frappée en l'honneur du deux-centième anniversaire de la naissance de Benjamin Franklin.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce que le Tome XLIX (Deuxième série) des *Mémoires de l'Académie des Sciences* est en distribution au Secrétariat. Ce Tome renferme la Notice sur Hermite, par M. *Darboux*, un Mémoire de M. *Bertin* et les travaux d'Histoire et d'Archéologie de M. *Berthelot*.

ASTRONOMIE. — *Résultats obtenus pour la détermination de deux constantes instrumentales qui interviennent dans certaines observations méridiennes.* Note de M. **H. Renan**, présentée par M. Lœwy.

Dans une Communication précédente [1] j'ai indiqué le principe d'une méthode nouvelle, permettant de mesurer avec une grande précision l'angle formé par les deux fils du micromètre d'un cercle méridien, en même temps que la différence des valeurs des deux vis exprimées en secondes d'arc. Du 21 mars au 7 mai de cette année, plusieurs séries d'expériences de ce genre ont été réalisées au cercle méridien du jardin de l'Observatoire de

(1) *Comptes rendus*, 16 juillet 1906.

Paris et elles ont permis de mettre en évidence un fait inattendu et fort important. Nous avons pu constater, en effet, que l'inclinaison mutuelle des deux fils mobiles n'était pas absolument constante, mais que c'était une fonction de la direction donnée à l'axe optique de la lunette. Comme les mesures effectuées au moyen de la plaque de verre ne dépendent que de la position relative des vis, il a fallu conclure de là que les châssis qui portent les fils mobiles sont susceptibles d'un petit ballottement dans les coulisses qui guident leur course. Ce mouvement est extrêmement faible : d'après nos recherches il ne peut dépasser $0^{mm},02$; il est cependant très intéressant d'en posséder une évaluation exacte, afin de pouvoir corriger les observations de la petite erreur qui en résulte. Nous nous trouvons ici en présence d'un élément qui entre directement dans les mesures de la flexion horizontale de la lunette et nos études fournissent ainsi des indications précieuses pour ce genre de déterminations.

Cette même constatation a encore servi à contrôler et à expliquer une anomalie signalée depuis quelque temps au même instrument. Nous avons dit comment on peut mesurer l'angle appelé K (inclinaison du fil vertical par rapport au plan instrumental) au moyen d'une mire placée dans le méridien; le cercle étant pourvu de deux mires de ce genre, l'une au Nord et l'autre au Sud, il était facile d'effectuer cette détermination pour les deux positions correspondantes de la lunette.

Appelons K_n la valeur obtenue par la mire nord et K_s celle répondant à la mire sud, de très nombreuses mesures ont montré que la différence $K_n - K_s$, au lieu d'être nulle, était une grandeur appréciable, et certainement supérieure à la limite des erreurs des observations. Il est évident que cette différence pouvait être attribuée, soit à un déplacement de l'objectif dans sa monture, soit à une variation réelle de l'inclinaison de ce fil; nos expériences rapportées plus haut ont forcément conduit à admettre cette seconde hypothèse. Le fil de déclinaison devant être affecté de cette même cause d'erreur, il était nécessaire d'en mesurer l'importance, afin d'en tenir compte dans les observations ordinaires des circompolaires.

Un procédé assez simple permet de vérifier l'exactitude de cette conclusion et d'effectuer cette détermination : il est en effet à remarquer que les fils fixes du réticule sont portés par un châssis absolument solidaire du tube de la lunette, et ne pouvant pas par suite changer de position par rapport à lui. Si donc on peut prouver que l'angle d'un fil mobile avec un fil fixe varie en même temps que la direction de la lunette, on sera certain que cela provient bien d'un ballottement de la vis. Or, par une méthode

tout à fait analogue à celle dont nous avons fait usage pour les mires, il est facile de mesurer cet angle : désignons par I′ l'inclinaison du fil fixe horizontal, par K′ l'angle du fil fixe vertical avec le plan instrumental, ces deux quantités devront être regardées comme des constantes, et chaque opération fournira une valeur de $K - K'$ ou de $I - I'$. Admettant encore pour I les notations indiquées plus haut pour K, nous avons effectué nos mesures, d'abord lorsque la lunette visait l'horizon nord, puis lorsqu'elle visait l'horizon sud, et déterminé ainsi les quatre quantités $K_n - K'$, $I_n - I'$, $K_s - K'$, $I_s - I'$ desquelles nous avons ensuite déduit les valeurs de $K_n - K_s$, $I_n - I_s$, et enfin $K_n - I_n - (K_s - I_s)$.

La première différence fournit un contrôle des résultats obtenus, pour l'angle K, par les deux mires; la deuxième permet d'évaluer le ballottement de la vis de déclinaison; enfin la troisième vérifie les expériences faites avec la plaque de verre. Comme on va le voir par les résultats numériques donnés ci-après, l'accord entre les valeurs trouvées est tout à fait remarquable.

Au moyen de la plaque de verre, j'ai mesuré l'angle $K - I$ pour trois positions de la lunette : en premier lieu, dans la position verticale, l'objectif au nadir, puis dans la position horizontale, en visant d'abord le Nord, et enfin le Sud. Dans la première position, la valeur de $K - I$ était égale à $-2',78$; dans la seconde, elle devenait $-2',82$ et enfin $-2',20$ dans la troisième. A cause de la facilité avec laquelle s'exécute ce genre de pointés, l'erreur probable de chacune de ces valeurs est très faible; on peut admettre que, pour une moyenne de dix déterminations indépendantes, elle ne dépasse pas $\pm 0',03$.

En adoptant les notations ci-dessus, on aura donc

$$K_n - I_n = -2',82, \qquad K_s - I_s = -2',20, \qquad K_n - I_n - (K_s - I_s) = +0',62.$$

D'une très longue série de mesures faites au moyen des mires par M. Fayet, on déduit une valeur de $+0',43$, pour la différence $K_n - K_s$.

Enfin, par les mesures directes des inclinaisons des fils mobiles sur les fils fixes, effectuées par M. Fayet et par moi, nous avons obtenu

$$K_n - K' = -1',48, \qquad K_s - K' = -1',88,$$
$$I_n - I' = -3',82, \qquad I_s - I' = -3',62;$$

d'où l'on tire

$$K_n - K_s = +0',40, \qquad I_n - I_s = -0',20, \qquad K_n - I_n - (K_s - I_s) = +0',60.$$

Les valeurs trouvées par les diverses méthodes sont donc bien les mêmes.

Quant à la différence B — A des valeurs des tours de vis, il est bien clair qu'elle est complètement indépendante de la position de l'instrument : en prenant la moyenne de toutes les mesures nous avons trouvé

$$a = b = 103^t,815, \qquad a' = b' = 103^t,891;$$

nous en déduisons

$$B - A = 0,000732\,A,$$

et, en supposant $A = 59'',4$, nous trouvons

$$B - A = 0'',0435.$$

L'erreur probable de ce résultat est inférieure à $\pm 0'',0007$; un nombre considérable de mesures directes de A et de B ne pourrait que très difficilement atteindre une telle approximation.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Finlay* (1906 *d*) *faites à l'équatorial coudé de l'Observatoire de Lyon.* Note de M. **J. Guillaume**, présentée par M. Lœwy.

Dates. 1906.	Temps moyen de Lyon.	✶ — ★. Δα.	Δδ.	Nombre de comparaisons.	Étoiles.
	h m s	m s	′ ″		
Juillet 21....	14. 1.52	−0. 0,85	+0.23,3	12:12	1
» 28....	14.23.11	+0. 7,60	−3.51,8	12:12	3

Positions des étoiles de comparaison pour 1906,0.

Étoiles.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne.	Réduction au jour.	Autorités.
	h m s	s	° ′ ″	″	
1........	0.12.34,15	+1,44	−11.29.35,4	+13,6	BD—11,38 rapp. à 2
2........	0.14. 0,55	»	−11.28.13,4	»	Yarn-Frisby, 124
3........	1. 8.44,31	+1,33	− 6.41.58,0	−11,5	BD−6,234 rapp. à 4
4........	1. 5.45,54	»	− 6.35. 9,8	»	Warschau, 182

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1906.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s		° ′ ″	
Juillet 21..........	0.12.34,74	−9,356	−11.28.58,5	+0,856
» 28..........	1. 8.53,24	−9,381	− 6.45.38,3	+0,833

Remarques. — La comète a l'aspect d'une nébulosité circulaire à bords diffus, avec condensation centrale de 12e gr. Éclat total 11e,5 gr. Le 21, le voisinage de l'étoile a

gêné une partie des mesures. Il y a un écart notable entre la position différentielle actuelle des étoiles 1 et 2 (BD $-11°,38$ et $-11°,44$) et celle de BD (en 1855 : $\Delta\alpha - 1^m 27^s,4$ et $\Delta\delta - 2',7$). Le 28, le vent produit des déplacements du bras de la lunette pendant la comparaison de l'étoile par passages.

Comparaison à l'éphéméride de M. Schulhof.

	O. – C.	
	α.	δ.
Juillet 21............	$-5^m 47^s$	$-59'$
» 28............	$-4^m 31^s$	$-62'$

GÉOGRAPHIE. — *La superficie de la Russie d'Asie et la méthode employée pour la mesurer.* Note de M. J. DE SCHOKALSKY, présentée par M. Grandidier.

Le promoteur de cette œuvre, mon maître et mon ami feu le Général de Tillo, fut emporté par la mort au commencement de ce travail et la tâche de le continuer et de l'achever m'est échue ; j'ai été secondé par le capitaine-ingénieur K. Griboedoff.

Le tome Ier de l'Ouvrage que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie contient des Tableaux où l'on trouve les superficies des bassins de tous les fleuves et rivières qui sont marqués sur la carte de l'État-Major russe, à 1 : 4200000 ; puis ces superficies par zones de 0°,5 de lat. pour pouvoir faire les groupements désirés ; en outre, il y a deux Tableaux où sont données les superficies des divisions administratives, à la date de 1902 et à la date du 1er janvier 1905. Chaque chiffre des Annexes I, II et III est le résultat de *trois mesures indépendantes*.

Nous avons commencé notre travail par une étude des systèmes des mesures de superficie actuelles et surtout de celle employée par M. de Strelbitsky en 1874 et 1889. Cette étude nous a conduit à une autre méthode, dérivée des anciennes, qu'on pourrait nommer « système de mesure des superficies sur les cartes par zones ». Nous avons mesuré nos superficies par zones de 0°,5 ; pour chaque zone on a établi par des mesures préalables et multiples combien de kilomètres carrés correspondent à un millimètre carré de la palette transparente (*Annexes IV, a* et *b*). Alors pour chaque zone le résultat pour une superficie quelconque sera un nombre de trapèzes entiers augmenté de quelques petits carrés de la planchette; il restera à calculer au moyen des tables géodésiques le nombre des kilomètres carrés correspondants. Nous évitons complètement l'erreur dans la valeur des divisions de la palette due à l'incertitude du choix du trapèze auxiliaire, prenant les zones d'une telle hauteur que ces erreurs sont moindres que la précision des mesures.

Après avoir étudié toutes les causes d'erreurs accidentelles nous avons établi des formules, représentant la valeur de ces erreurs. Dans notre système, où il ne reste qu'à mesurer les petits « morceaux » aux deux bouts d'une partie de la zone, tout dépend de la précision de cette mesure. Elle peut être entachée des erreurs : 1° du réseau; 2° de la mesure de la superficie du « morceau », et cette dernière provient des causes suivantes : *a.* les divisions de la palette ne coïncident pas avec le réseau de la carte; *b.* ces divisions ont des erreurs spéciales; *c.* on évalue les parties d'une division avec une certaine erreur; *d.* le papier de la carte est sujet à un rétrécissement; *e.* on évalue le nombre des petits carrés de la palette dans un « morceau » en nombre rond de carrés.

Prenant en considération toutes ces causes d'erreurs, nous avons établi la formule suivante, qui donne la précision de mesure d'une superficie quelconque pour laquelle on a dû mesurer m « morceaux » séparés : $v = 60\sqrt{m}^{\,\mathrm{km}^2}$.

On peut faire une comparaison des précisions des systèmes de mesure des superficies ordinaire et par zones :

Superficies en kilomètres carrés.	Système ordinaire pour 100.			Par zones. Moyennes pour 100.			Par zones. Minima pour 100.	
Jusqu'à 10000..........	10	5	2,5	3,5	3,0	2,0	3,6	2,6
De 50000 à 200000.....	0,6		0,2	0,5		0,25	0,6	0,3
De 200000 à 1000000...	0,2		0,15	0,2		0,09	0,25	1,11
Plus de 1000000........	0,2		0,15	de 0,75 et moindre			de 0,85 et moindre	

Le système de mesure par *zones* donne une plus grande précision, surtout pour des superficies petites et grandes. Par exemple, nous avons mesuré la superficie de l'Asie russe avec une erreur probable

$$v = 60\sqrt{993} = \pm 1890^{\mathrm{km}^2} \quad \text{ou} \quad 0,012 \text{ pour } 100.$$

Nous avons fait trois mesures indépendantes de cette superficie.

Nous avons trouvé pour *la superficie de la Russie d'Asie,* sans Boukhara, Khiva, les provinces de Transcaucasie, les mers intérieures et les îles, c'est-à-dire : *la Sibérie, le Turkestan et les parties des gouvernements d'Oural, de Perm et d'Orenbourg* dans les limites de la Carte de l'édition de 1884 (avec correction jusqu'à 1902) égale à

$$16085530 \pm 1890^{\mathrm{km}^2}.$$

La Carte de l'État-Major étant établie d'après le sphéroïde de Bessel, nous nous sommes servi des Tables géodésiques de Bessel calculées par M. le professeur H. Wagner dans le Tome IV du *Geograph. Jahrbuch.* Il est

intéressant de remarquer que, si l'on utilisait le sphéroïde de Clark, la superficie de la Russie d'Asie augmenterait d'environ 5000^{km^2}.

Il faut faire encore une remarque à propos de notre système de mesure des superficies par *zones*. Elle permet de totaliser les mesures des superficies par parties et non directement en superficies principale et définitive, ce qui donne une vraie garantie contre les fautes de calculs et les répartitions de ces fautes sur des zones de latitudes toutes différentes.

En conclusion, nous pouvons ajouter que, au moment présent, l'état de la cartographie de l'Asie russe est au-dessous de la précision des mesures de superficie; cette dernière est faite avec une erreur probable de $\pm 2000^{km^2}$ et les travaux d'une seule expédition hydrographique ont changé cette superficie de 28000^{km^2}, soit 15 fois plus que l'erreur probable de la mesure.

CHIMIE MINÉRALE. — *Combinaisons de l'ammoniac avec les chlorure, bromure et iodure aureux*. Note de M. **Fernand Meyer**, présentée par M. H. Moissan.

Nous avons étudié l'action de l'ammoniac sec, liquide ou gazeux sur les composés halo-aureux.

Iodures ammoniacaux. — En liquéfiant l'ammoniac sec sur l'iodure aureux préparé (¹) par action directe des éléments, parfaitement sec, il se produit une pâte blanche, légèrement soluble dans le liquide. On laisse le liquide en excès s'échapper vers — 28°, il abandonne sur les parois des cristaux blancs. Le gaz ammoniac qui s'échappe n'entraîne pas d'iode. La masse d'ammoniac fixée correspond à la formule $AuI, 6AzH^3$ en tenant compte du léger excès d'or qui peut être contenu dans l'iodure et de la différence des densités des gaz qui remplissent le tube à expérience au début et à la fin de la préparation. AzH^3 mesuré : 24,3 pour 100; calculé pour $AuI, 6AzH^3$: 23,9 pour 100; calculé pour $AuI, 6,5AzH^3$: 25,4 pour 100.

Nous avons préparé le *même composé* en évitant la liquéfaction de l'ammoniac, en opérant très près de la température à laquelle elle se produit. Dans ces conditions, le produit est entièrement amorphe. On est sûr qu'il ne retient plus physiquement d'ammoniac liquide. Deux analyses ont donné respectivement 24,3 et 24,1 de AzH^3 pour 100.

Le corps $AuI, 6AzH^3$ est dissociable. La pression de dissociation est très voisine de

(¹) Fernand Meyer, *Comptes rendus*, t. CXXXIX, 1904, p. 733.

la pression maxima de l'ammoniac liquide aux mêmes températures; elle est de 76^{cm} de mercure à 28°. Si on laisse ce composé se réchauffer lentement à la pression atmosphérique, il perd 2^{mol} d'ammoniac de — 28° à 15°, 1^{mol} vers — 10°, 2^{mol} vers + 20° et il reste dans le tube le composé AuI, AzH^3.

Au mesuré : 57,5 et 57,6 pour 100; calculé : 57,7 pour 100.

La pression de dissociation de ce dernier composé est presque nulle à la température ordinaire, car on en extrait à la trompe des quantités négligeables de gaz.

Le même corps AuI, AzH^3 se produit lentement lorsqu'on fait passer un courant de gaz ammoniac sur l'iodure aureux. L'iodure vert blanchit en augmentant de volume. Dans deux expériences on a fixé 4,66 pour 100 et 5,20 pour 100 de AzH^3 (calculé 4,99 pour 100).

L'iodure mono-ammoniacal est une poudre blanche très fine. Chauffé il abandonne de l'ammoniac et, presque à la même température, de l'iode. Il reste de l'or. L'eau pure le décompose avec dépôt d'or et formation d'iodure d'ammonium. L'air humide le détruit de la même façon. Les acides étendus donnent des sels d'ammonium de ces acides et de l'iodure aureux. L'eau régale le dissout. La potasse le transforme en une poudre noire fusant dans une flamme.

Bromure ammoniacal. — Aussitôt que l'ammoniac se liquéfie sur du bromure aureux, même à — 40°, ce composé que le gaz avait blanchi se détruit partiellement avec dépôt d'or, formation d'iodure d'ammonium et d'iodure d'or ammoniacal.

Si l'on envoie du gaz ammoniac sur du bromure aureux, le dégagement de chaleur est considérable, il se produit de l'or, du bromure d'ammonium et de l'azote. Mais, en faisant passer un courant lent de gaz ammoniac sur le bromure AuBr maintenu à + 18°, il se fixe de 10,8 à 11,1 pour 100 d'ammoniac. Il se forme donc : AuBr, $2AzH^3$ (AzH^3 calculé : 10,9 pour 100).

Le bromure ammoniacal est une poudre parfaitement blanche très fine décomposée par l'eau et l'air humide. Chauffé il laisse de l'or; de l'ammoniac, du brome et du bromure d'ammonium se dégagent. L'acide chlorhydrique donne du chlorure d'ammonium et le mélange d'acides halo-auriques qu'il donne avec AuBr seul. L'eau régale le dissout.

Chlorures ammoniacaux. — L'ammoniac liquéfié sur le chlorure aureux donne une pâte blanche, très peu soluble dans le liquide. A — 28° sous la pression atmosphérique, après départ de l'ammoniac en excès, le produit obtenu correspond à la formule AuCl, $12AzH^3$.

Si on laisse la température s'élever lentement, ce corps abandonne presque continuellement de l'ammoniac sans manifester nettement l'existence de composés intermédiaires. Il reste finalement dans le tube le composé AuCl, $3AzH^3$. Au calculé : 69,4 pour 100 (trouvé : 68,2; 70,3; 70,5).

Ce chlorure ammoniacal est une poudre blanche, sa pression de dissociation à + 20° est négligeable. On ne peut en extraire de quantités notables d'ammoniac à la trompe à mercure. Chauffé, il garde sensiblement la même composition jusqu'à 180°, température à laquelle il se décompose en or et chlorure d'ammonium. Il est décomposé par l'eau et très lentement par l'air humide. Les acides étendus donnent des sels d'ammonium, des acides et un précipité blanc caillebotté analogue au chlorure d'argent, mais légèrement soluble dans l'acide chlorhydrique et qui ne peut être lavé à l'eau pure sans décomposition. L'eau régale le dissout. La potasse donne un dégagement d'ammoniac et un composé brun d'or fulminant. L'acide sulfurique concentré le dissout d'abord, mais en quelques instants de l'or précipite.

Le composé $AuCl, 3AzH^3$ ne peut s'obtenir par l'action de l'ammoniac gazeux sur le chlorure aureux, car il y a toujours dégagement considérable de chaleur, réduction, dépôt d'or et formation de chlorure d'ammonium, même si l'on plonge le tube à réaction dans l'eau courante à + 12°.

Expériences dans des tubes en V. — Nous avons essayé d'isoler les cristaux des composés les plus ammoniacaux en opérant dans un tube en V et en faisant d'une branche à l'autre des décantations suivies de distillations; il fallait maintenir les températures des deux branches très voisines et très constantes. La solubilité va en décroissant de l'iodure au bromure et au chlorure. Les cristaux obtenus sont toujours mélangés de chlorure ou de bromure ou d'iodure d'ammonium, car il faut effectuer un grand nombre de décantations et à chaque opération un peu de sel d'ammonium se produit et se dissout dans l'ammoniac.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques réactions du chlore liquide.* Note de MM. **V. Thomas** et **P. Dupuis**, présentée par M. H. Moissan.

La facilité avec laquelle on peut aujourd'hui obtenir les basses températures permet d'une façon très simple de tenter de nombreuses réactions, difficiles à réaliser il y a encore quelques années. Ces réactions à basse température n'ont pas par elles-mêmes un très grand intérêt, mais, prises dans leur ensemble, elles fournissent quelques données dignes d'être notées sur la loi de variation de l'affinité chimique [1].

Nous relaterons dans ce Mémoire quelques expériences relatives au chlore liquide.

---

(1) Comparer la Note de l'un de nous parue dans la *Revue d'Auvergne*, V. Thomas, 1er fasc. 1906, page 49.

Action sur l'iode. — L'iode au contact du chlore liquide s'attaque rapidement; on obtient une masse brune se transformant en présence d'un excès de chlore en une poudre jaune : c'est du trichlorure d'iode insoluble ou très peu soluble dans un excès de chlorure liquide. C'est, à notre avis, le procédé le plus pratique pour préparer au laboratoire des quantités considérables de ce corps rigoureusement pur. Comme ce chlorure d'iode réagit avec une énergie extrême sur les carbures d'hydrogène en général en donnant les produits de chloruration ultime, on aura souvent intérêt à le préparer séparément et à l'employer ultérieurement en quantité calculée comme agent de chloruration. Grâce à lui on peut préparer par exemple très rapidement, à partir du benzène, le chlorure C^6Cl^6.

En réagissant sur certains iodures, l'iodure de plomb entre autres, le chlore liquide fournit également du chlorure d'iode et un chlorure métallique.

Action sur le brome. — L'expérience montre que le chlore réagit sur le brome, à basse température, comme il le fait sur l'iode. On obtient du protobromure BrCl susceptible de fixer à nouveau du Cl avec formation vraisemblable d'un trichlorure $BrCl^3$. Si la formation d'un perchlorure est hors de doute, sa formule demande à être confirmée, car nous n'avons pu jusqu'ici trouver une méthode analytique conduisant à des résultats certains. C'est une masse rouge solide au voisinage de — 75°. Il fond à une température légèrement supérieure en un liquide rouge orangé clair bouillant à — 19° et fournissant des vapeurs d'un vert beaucoup plus foncé que la vapeur de chlore. Déjà bien au-dessous de 0°, il se décompose; le résidu liquide est constitué par du protochlorure. Si, lorsque tout dégagement de chlore a cessé, l'on refroidit énergiquement, le chlorure BrCl se solidifie en une masse rouge foncé vers — 39°.

Action sur le soufre, le sélénium et leurs composés. — Le chlore liquide réagit sur les corps de la deuxième famille.

La réaction est pénible avec le soufre qui ne réagit nettement qu'au voisinage du point d'ébullition; par contre, le sélénium et le tellure réagissent facilement en fournissant d'abord les chlorures MCl^2, puis les chlorures MCl^4. La méthode convient bien pour préparer des chlorures au maximum.

Des composés du type MO^2, seul l'anhydride sulfureux réagit sur le chlore liquide.

Lorsque dans un tube fortement refroidi on fait arriver un mélange de chlore et de gaz sulfureux, les deux gaz se condensent en un liquide homo-

gène; par élévation de température on peut constater que la volatilisation des gaz condensés n'est pas complète.

Il reste à la température ordinaire un liquide dense décomposable par l'eau avec formation d'acides sulfurique et chlorhydrique : c'est du chlorure de sulfuryle SO^2Cl^2. La réaction est intéressante puisque à température ordinaire elle ne se reproduit, en l'absence des catalyseurs, même à la lumière solaire, qu'avec une extrême lenteur.

La combinaison se produit-elle avec les gaz liquifiés par suite de la « concentration » plus grande des masses réagissantes ? C'est là une hypothèse assez vraisemblable qui, si elle se vérifiait, pourrait conduire à quelques résultats pratiques intéressants.

Action du chlore liquide sur l'arsenic, l'antimoine, le bismuth et l'or. — La réaction ne se produit facilement qu'avec l'arsenic. Elle n'a pas lieu à —75°. Mais à la température d'ébullition du chlore elle est très énergique et accompagnée de phénomènes lumineux. On obtient des fumées blanches de trichlorure d'arsenic.

Le bismuth peut être conservé très longtemps au contact du chlore liquide sans paraître éprouver d'attaque; même à la température d'ébullition l'attaque, si elle se produit, est extrêmement faible, car, en laissant revenir l'appareil à la température ordinaire et projetant le bismuth dans l'eau, on n'obtient qu'une liqueur légèrement opalescente.

L'antimoine se comporte à la façon du bismuth. L'or ne s'attaque qu'avec une extrême lenteur par le chlore liquide et il y a formation de trichlorure d'or.

Action du chlore sur le sulfure de carbone. — Il est curieux de noter ici que le chlore gazeux qui réagit si facilement sur le sulfure de carbone est sans action à basse température. Il paraît s'y mélanger en toutes proportions et le mélange se conserve très bien sans qu'on puisse y déceler, même après plusieurs heures, l'odeur du chlorure de soufre.

Action du chlore sur quelques chlorures métalliques au minimum. — Dans une Note publiée dans les *Comptes rendus* [1], l'un de nous a montré que le chlorure thalleux $TlCl$ abandonné au contact du chlore liquide se transformait en sesquichlorure Tl^2Cl^3. Quelle que soit la durée de la réaction on ne peut jamais obtenir un chlorure plus riche en chlore.

Il nous a paru intéressant de rechercher si l'inertie du chlore se conserve aux basses températures vis-à-vis de certains chlorures tels que le chlorure plombeux et le chlo-

---

(1) V. Thomas, *Comptes rendus*, t. CXLII, 1906, p. 838.

rure manganeux, qui sont susceptibles, dans des conditions déterminées, de se chlorer avec formation de perchlorures.

L'expérience ne laisse aucun doute à ce sujet : le chlorure plombeux et le chlorure manganeux sont stables en présence de chlore depuis les températures les plus basses jusqu'au point d'ébullition de ce corps.

Dans les mêmes conditions, le permanganate de potasse reste inattaqué.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les alliages de manganèse et de molybdène.* Note de M. **Arrivant**, présentée par M. H. Moissan.

Les alliages de manganèse et de molybdène n'ont été que peu étudiés jusqu'ici; en chauffant ensemble les métaux purs ou en réduisant par l'aluminium le mélange de leurs oxydes, j'ai pu préparer une série d'alliages titrant de 12,25 à 29,64 pour 100 de molybdène.

Dans le premier cas, les métaux en poudre ([1]) mélangés et fortement comprimés, sont chauffés au four Schlœsing dans une nacelle en magnésie placée dans un tube en porcelaine parcouru par un courant d'hydrogène. La température mesurée à la pince thermo-électrique était voisine de 1500°.

Dans le deuxième cas, la réaction entre l'aluminium et le mélange des oxydes (Mn^3O^4 et MoO^2) est effectuée dans un creuset de magnésie et amorcée par un mélange de bioxyde MnO^2 et d'aluminium en poudre fine. En mettant un excès suffisant d'oxydes il ne reste pas d'aluminium dans l'alliage.

Voici la composition des alliages formés ([2]):

	I*.	II.	III.	IV*.	V.	VI*.	VII.	VIII*.	IX.
Mo...	12,25	14,25	15,18	17,15	18,75	22,85	23,70	27,15	29,64
Mn...	87,70	84,64	84,40	81,95	81,12	77,05	76,15	72,60	69,88
	99,95	98,89	99,58	99,10	99,87	99,90	99,85	99,75	99,52

Propriétés. — Ces corps se présentent sous la forme de culots bien fondus et homogènes, ils sont cassants et durs au point que certains rayent le verre avec facilité. Ils ne sont pas magnétiques.

L'air est sans action sur eux; l'acide azotique étendu ou concentré les dissout complètement. L'acide sulfurique concentré et bouillant, le bisul-

([1]) Le molybdène ayant servi à ces essais était préparé par réduction de l'oxyde dans l'hydrogène au rouge vif. Le manganèse était du métal aluminothermique pur.

([2]) Les alliages marqués d'un astérisque ont été obtenus directement.

fate de potasse ainsi que l'azotate et les carbonates ont encore une action complète. L'acide fluorhydrique et l'acide chlorhydrique les attaquent aussi rapidement.

L'acide acétique étendu et froid agit aussi avec énergie, mais l'action est toujours incomplète, de même pour l'acétate d'ammoniaque en solution alcoolique étendue. L'emploi de ces réactifs m'a permis de séparer deux constituants de formules simples : Mn^6Mo et Mn^4Mo.

Alliage Mn^6Mo. — Il a été retiré des cinq premiers alliages titrant de 12,25 à 18,75 pour 100 de molybdène. Lorsqu'on les traite par l'acide acétique ou l'acétate d'ammoniaque en solutions alcooliques (¹) très étendues, l'attaque vive au début ne tarde pas à se ralentir, puis elle cesse malgré l'addition de nouvelles doses d'acide. Le résidu repris par l'alcool acétique plus concentré et chaud qui enlève les dernières traces de manganèse libre est constitué par une poudre cristalline formée de lamelles brillantes correspondant à Mn^6Mo.

Les analyses effectuées sur les résidus correspondant aux cinq premiers culots ont donné les chiffres suivants :

	I*.	II.	III.	IV*.	V.	Calculé pour Mn^6Mo.
Mo.....	21,97	22,14	22,50	22,12	22,03	22,54
Mn.....	78,09	78,20	77,41	77,63	78,17	77,46
	100,06	100,34	99,91	99,75	100,20	100,00

Alliage Mn^4Mo. — Il a été isolé de la même manière des quatre derniers culots titrant de 22,85 à 29,64 pour 100 de molybdène. Il suffit de les épuiser par l'alcool acétique plus ou moins concentré. Généralement on ne dissout que du manganèse et tout le molybdène se retrouve dans le résidu. L'analyse a donné les chiffres suivants :

	VI*.	VII.	VIII*.	IX.	Calculé pour Mn^4Mo.
Mo..............	31,30	30,24	30,80	30,00	30,38
Mn..............	68,05	69,24	69,05	70,15	69,62
	99,35	99,48	99,85	100,15	100,00

Propriétés de ces alliages définis. — Mn^6Mo se présente sous la forme de lamelles brillantes et légères, sa densité à 0° est de 7,28, inférieure à la densité calculée 7,50; Mn^4Mo est constitué par une poudre plus fine formée de grains brillants, sa densité à 0° est de 7,85 et notablement supérieure à la densité calculée 7,62.

Le chlore commence à les attaquer à la température ordinaire ; vers 300°

(¹) Avec une solution aqueuse il se forme des boues noires difficiles à éliminer.

il y a incandescence. L'action de l'eau, nulle à 100°, commence vers 250° et est complète au rouge. Les acides forts attaquent ces corps avec énergie. L'acide acétique étendu n'a pas d'action; suffisamment concentré et bouillant, il agit lentement sur Mn^6Mo.

Les azotates et les carbonates alcalins ainsi que les bisulfates les attaquent au rouge. Avec le chlorate de potasse la réaction se produit presque avec explosion.

En résumé, il résulte de ces expériences que les alliages de manganèse et de molybdène, contenant moins de 30 pour 100 de molybdène, sont constitués par du manganèse libre associé à l'un des constituants Mn^6Mo ou Mn^4Mo, que l'on peut d'ailleurs isoler par un traitement convenable à l'acide acétique étendu.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les variations de la résistance électrique des aciers en dehors des régions de transformation.* Note de M. **P. Fournel**, présentée par M. H. Moissan.

Les courbes que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie dans une Note précédente montrent que la résistance d'un acier varie d'une façon différente suivant que la température est inférieure ou supérieure à la région des points critiques.

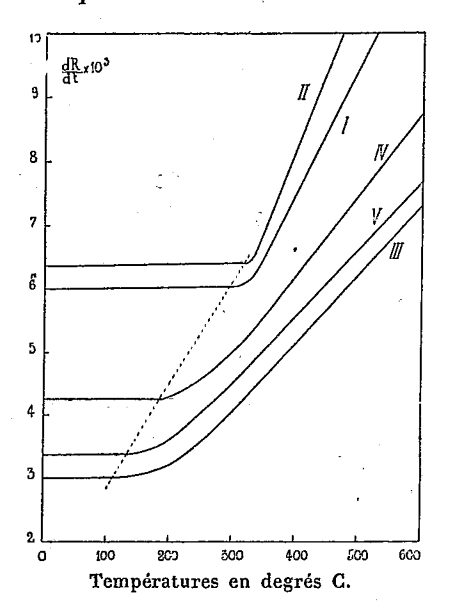
1° *Au-dessous de* 600°. — On constate d'abord que les courbes ne se rangent pas dans le plan des coordonnées suivant la simple teneur en éléments étrangers. Il semble que chacun de ces éléments intervienne avec son importance propre pour modifier le coefficient de température. Si l'on fait pour chaque échantillon la somme des produits des teneurs par les poids atomiques correspondants, on obtient les nombres que je désigne par Σ :

	Σ.
Échantillon II	21,14
» I	31,42
» IV	33,87
» V	(Le dosage du Si n'a pas été fait)
» III	43,36

C'est précisément dans cet ordre que se placent les courbes. Le nombre des échantillons étudiés est évidemment trop restreint pour qu'on puisse déduire de cette concordance un principe général. Il n'en ressort pas moins une indication intéressante sur les rôles respectifs du carbone, du silicium et du manganèse dans la variation de la résistance avec la température.

Les mêmes expériences nous ont permis de constater le fait suivant :

La résistance électrique d'un acier croît d'abord suivant une loi linéaire puis, à partir d'une température qui dépend de la composition de l'alliage, la courbe se relève et devient parabolique.



Températures en degrés C.

Si l'on représente les variations de $\frac{dR}{dt}$ en fonction de t, on obtient pour chaque échantillon un ensemble de deux droites : une parallèle à l'axe des températures et une oblique. Ces deux droites se raccordent à une température d'autant plus basse que la valeur de Σ est plus grande.

Cette particularité indique très probablement l'apparition du fer β. A partir de ce moment, la transformation va se produire avec une vitesse croissante pour se terminer brusquement au point A_2 des courbes de résistance.

2° *Au-dessus de* 900°. — La résistance croît proportionnellement à la température ; elle s'exprime très exactement par la formule $R_t = R_{900}(1 + at)$. Le coefficient de variation, beaucoup plus faible qu'au-dessous de 600°, semble augmenter avec Σ. Les échantillons étudiés donnent en effet pour a les valeurs suivantes :

	a.
N° II	$3,3 \times 10^{-4}$
N° I	$3,3 \times 10^{-4}$
N° IV	$3,8 \times 10^{-4}$
N° V	$4,0 \times 10^{-4}$
N° III	$4,3 \times 10^{-4}$

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le dosage de l'ammoniaque dans les eaux par le réactif de Nessler.* Note de M. **Albert Buisson**, présentée par M. Léon Guignard.

Quelle que soit la technique employée, les différents procédés de dosage de l'ammoniaque dans les eaux par le réactif de Nessler se ramènent toujours soit à un dosage colorimétrique pour les eaux pauvres en ammoniaque, soit à un dosage du mercure dans le précipité obtenu, pour les eaux renfermant une certaine proportion d'ammoniaque.

Quant à la nature du composé qui fournit la coloration ou forme le précipité, on lui attribue la formule $I - Az\begin{matrix}\diagup Hg\\ \diagdown Hg\end{matrix} + H^2O$, c'est-à-dire celle de l'iodure de dimercurammonium hydraté. La séparation de ce composé d'avec le liquide dans lequel il a pris naissance n'a été réalisée jusqu'à présent que par l'addition au liquide de sels étrangers (chaux ou magnésie).

Nous avons pu l'obtenir directement et la composition différente que nous lui avons trouvée nous permet de supposer que l'addition d'un sel étranger n'est pas sans effet sur la nature du composé obtenu.

Nous avons tenu à employer les mêmes concentrations en ammoniaque que l'on a l'habitude de rencontrer dans la pratique. Tous nos essais ont porté sur une solution de chlorhydrate d'ammoniaque pur, renfermant $0^g,006$ d'ammoniaque par litre, soit $0^g,0003$ par 50^{cm^3}, volume sur lequel on opère habituellement le dosage.

En nous plaçant dans ces conditions et en opérant sur 40^l de solution ammoniacale, nous avons observé, après addition du réactif de Nessler, une coloration rouge acajou sans formation d'aucun précipité.

Le liquide abandonné à lui-même devient, au bout de 15 jours environ, opalescent et dichroïque, sans que l'on puisse observer un dépôt notable et à partir de ce moment les bougies de porcelaine retiennent un précipité brun et laissent passer un liquide complètement limpide et incolore.

Il semble donc que le composé brun produit dans la réaction passe successivement par l'état dissous, par l'état colloïdal, par l'état insoluble.

Ce composé, détaché de la bougie, a pris une consistance telle qu'il a pu être recueilli sur un filtre de papier et lavé à l'eau distillée.

Après dessiccation sur l'acide sulfurique, j'ai ainsi obtenu $8^g,97$ de produit. Ce dernier, lavé à l'éther et séché sur l'acide sulfurique, perd 14 pour 100 de son poids et l'éther évaporé abandonne des cristaux d'iodure mercurique.

Cette présence d'iodure mercurique dans notre composé ne saurait nous étonner; il suffit en effet de mettre 1^{cm^3} à 2^{cm^3} de réactif de Nessler dans 50^{cm^3} d'eau distillée pour que quelques heures après des cristaux d'iodure mercurique se déposent.

Ce fait a d'ailleurs été mentionné (¹) et même interprété faussement, comme résultant de la dissociation du précipité sous l'influence de l'eau.

A l'analyse le composé que j'ai obtenu m'a fourni les résultats suivants :

	Trouvé.	Calculé pour $Hg^9Az^4I^6$.
	pour 100	pour 100
Hg	68,65	68,75
I	29,05	29,10
Az	2,17	2,139

La formule la plus simple que l'on puisse donner à ce corps est donc $Hg^9Az^4I^6$.

Ce composé a déjà été obtenu par M. François (²) de la même façon, mais en opérant sur des solutions plus concentrées, ainsi que par d'autres méthodes très différentes.

Son existence repose donc sur des bases sérieuses.

C'est un corps brun, amorphe, insoluble dans les dissolvants neutres, soluble dans l'iodure de potassium qui, mis en excès, en libère tout l'azote sous forme d'ammoniaque suivant l'équation :

$$Hg^9Az^4I^6 + 12KI + 12H^2O = 9HgI^2 + 4AzH^3 + 12KOH.$$

C'est du reste cette réaction que nous avons mise à profit pour doser l'azote dans ce composé.

La réaction inverse nous explique la formation du précipité et nous montre la production d'une certaine quantité d'iodure de potassium.

Je me suis demandé si cet iodure de potassium n'exerçait pas son action dissolvante sur une certaine partie du précipité et si, la réaction devenant limitée, une quantité déterminée de l'ammoniaque n'échappait pas au dosage.

J'ai pu arriver à mettre ce fait en évidence de deux façons différentes et à en mesurer l'importance.

Une partie du filtrat limpide et incolore recueillie avec la bougie est traitée par de l'oxyde d'argent; tout l'iodure de potassium est ainsi précipité à l'état d'iodure d'argent. Après un contact de 48 heures et filtration, le liquide se colore nettement en jaune par le réactif de Nessler.

Une autre partie, additionnée de soude exempte d'ammoniaque et d'iodure de potassium en excès est distillée : l'ammoniaque est nettement décelable dans les produits distillés par le réactif de Nessler.

Pour évaluer sa proportion j'ai distillé 10^l de notre filtrat absolument limpide et

(¹) Louis Hosvay de Nagy Ilosva, *Sur le dosage de l'ammoniaque par le colorimètre* (*Acad. des Sc. hongr.*, t. XXIII, n° 1, 1893).

(²) François, *Thèse doct. ès Sc.* Paris, 1901.

incolore, en ayant soin d'ajouter 2g de soude et 100g d'iodure de potassium par litre de liquide. L'ammoniaque dégagée, recueillie dans l'acide chlorhydrique, a été ensuite dosée sous la forme de chlorhydrate d'ammoniaque, suivant la méthode de MM. Villiers et Dumesnil.

Sur 0g,189 de chlorhydrate d'ammoniaque, que contenaient nos 40l d'eau, nous avons ainsi retrouvé, après addition du réactif de Nessler, séparation du précipité et distillation du liquide, 0g,040 de chlorhydrate d'ammoniaque, soit 21 pour 100 d'ammoniaque sur lesquels le réactif de Nessler n'avait pas agi.

Conclusions. — La réaction n'est donc pas totale, il s'établit un état d'équilibre entre les divers éléments en présence.

Le dosage de l'ammoniaque dans les eaux, effectué par le dosage du mercure dans le précipité, est inexact, la totalité de l'ammoniaque n'étant pas précipitée et la composition du précipité n'étant pas celle qu'on lui attribue.

Quant au procédé colorimétrique, on admettra qu'il est empirique, une partie seulement de l'ammoniaque contribuant à donner la coloration qui sert de base au dosage.

Il est vraisemblable de plus qu'en raison même de la réaction limitée, l'intensité de la coloration varie d'une façon différente dans la solution type et dans la solution à titrer, si les causes qui agissent sur les états d'équilibre : chaleur, dilution, etc., s'exercent différemment sur les deux solutions.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la l-idite cristallisée de synthèse.* Note de MM. **Gabriel Bertrand** et **A. Lanzenberg**, présentée par M. L. Maquenne.

Les sucres stéréoisomères du groupe de la mannite que la théorie permet de prévoir sont au nombre de dix ; parmi eux, six seulement ont été obtenus à l'état cristallisé : la dulcite, la mannite et la sorbite naturelles avec leurs antipodes optiques, et enfin, la sorbiérite.

Cette dernière, extraite des baies de sorbiers et étudiée par l'un de nous ([1]), s'est montrée identique au corps désigné antérieurement par E. Fischer sous le nom de *d*-idite, de sorte qu'elle a été le premier exemple d'un sucre retrouvé dans la nature après avoir été préparé de toutes pièces

---

([1]) G. Bertrand, *Sur un nouveau sucre des baies de sorbier* (*Comptes rendus*, t. CXXXIX, 1904, p. 802 et 983).

dans le laboratoire. Toutefois, comme le produit artificiel n'était pas pur et n'avait été obtenu qu'à l'état amorphe, ce n'est pas par une comparaison des constantes physiques qu'on a pu arriver à l'identification, mais par une recherche assez longue, au cours de laquelle l'emploi de la bactérie du sorbose a rendu le plus grand service.

Il était tout indiqué, à la suite de ces résultats, de préparer l'antipode optique de la sorbiérite, c'est-à-dire la *l*-idite, et d'essayer de l'obtenir aussi à l'état cristallisé. Nous y avons réussi, ce qui nous permet de décrire exactement aujourd'hui cet alcool plurivalent et les plus caractéristiques de ses combinaisons.

La *l*-idite a été préparée d'abord par E. Fischer et W. Fay (¹) en réduisant la lactone *l*-idonique obtenue elle-même par fixation d'acide cyanhydrique sur le xylose.

Lobry de Bruyn et van Eckenstein (²) ont obtenu aussi de la *l*-idite en hydrogénant le *l*-sorbose. Un peu plus heureux que leurs prédécesseurs, ils ont vu cette substance donner « des cristaux durs, très hygroscopiques ». Mais, sans doute faute de matière, ils n'en ont pas donné l'analyse ni décrit les constantes physiques; en outre, les caractères qu'ils ont assignés à son acétal triformique ne concordent pas du tout avec ceux que nous avons trouvés à partir de la *l*-idite cristallisée.

Nous avons utilisé la méthode de Fischer et Fay en la simplifiant. Lorsque le xylose est transformé en un mélange d'acides *l*-gulonique et *l*-idonique, au lieu de purifier ce dernier en passant par les sels de brucine, nous nous contentons de faire cristalliser la lactone gulonique; l'eau mère est ensuite traitée directement par l'amalgame de sodium.

Dans ces conditions, la *l*-idite est bien accompagnée d'un peu de *l*-sorbite, mais cette dernière s'élimine en partie quand on passe par l'acétal benzoïque; ce qui reste n'empêche pas la *l*-idite de cristalliser.

La cristallisation est facilement obtenue en introduisant dans la solution alcoolique sursaturée une amorce de sorbiérite. Il n'est nullement nécessaire, en effet, de posséder un cristal du corps gauche pour faire cesser la sursaturation; un cristal du corps droit suffit, et réciproquement. L'un de nous avait déjà signalé un fait analogue avec Maquenne à propos des érythrites actives (³); nous en avons retrouvé encore d'autres dans les arabites, les sorbites et même les lactones mannoniques.

(¹) E. Fischer et W. Fay, *Ber. der deut. chem. Ges.*, t. XXVIII, p. 1975.

(²) Lobry de Bruyn et van Eckenstein, *Rec. des Trav. chim. des Pays-Bas*, t. XIX, 1900.

(³) Maquenne et G. Bertrand, *Sur les érythrites actives* (*Comptes rendus*, t. CXXXII, 1901, p. 1419).

En partant de 300^g de xylose, nous avons obtenu 28^g de *l*-idite pure recristallisée.

Composition élémentaire.

	Trouvé.	Calculé pour $C^6H^{14}O^6$.
Carbone..........	39,30 pour 100	39,56 pour 100
Hydrogène.......	7,90 »	7,69 »

Cette substance, de saveur nettement sucrée, ressemble exactement à son antipode optique. Elle n'en diffère que par le sens de son pouvoir rotatoire. Il en est de même de ses principales combinaisons.

Voici, résumés sous forme de Tableau, les principaux caractères de la *l*-idite et de son éther hexacétique :

	l-idite.	*d*-idite (ou sorbiérite).
Alcool.		
Forme cristalline............	prismes clinorhombiques	prismes clinorhombiques
Point de fusion..............	$+73^\circ,5$	$+73^\circ,5$
$[\alpha_D]^{20}$ en solution à 10 pour 100 dans l'eau................	$+3^\circ,5$	$-3^\circ,5$
Éther hexa-acétique.		
Forme cristalline............	lamelles hexagonales	lamelles hexagonales
Point de fusion..............	$+121^\circ,5$	$+121^\circ,5$
$[\alpha_D]^{20}$ en solution à 5 pour 100 dans $CHCl^3$..............	$+25^\circ,33$	$-25^\circ,65$

Nous avons préparé aussi l'acétal triformique, en chauffant en tube scellé, à $+100^\circ$, un mélange de 2^g d'idite, $2^{cm^3},5$ de solution d'aldéhyde formique à 40 pour 100 et 5^{cm^3} d'acide chlorhydrique fumant. La cristallisation commence déjà après 10 minutes; après 1 heure, on laisse refroidir, le tout se prend en masse. On essore et on lave à l'alcool. L'eau mère évaporée fournit une nouvelle quantité de matière; rendement total $1^g,95$.

Cet acétal, dont la composition est la suivante:

	Trouvé.	Calculé pour $C^9H^{14}O^6$.
Carbone.............	49,38 pour 100	49,54 pour 100
Hydrogène..........	6,58 »	6,42 »

est en fines aiguilles, brillantes, très légères, pratiquement insolubles dans l'alcool; il est complètement insoluble dans le chloroforme, contrairement

à l'indication de L. de Bruyn et van Eckenstein. Dans l'acide acétique cristallisable, lequel en dissout près de 2 millièmes à la température ordinaire, son pouvoir rotatoire est voisin de — 30°. Lobry de Bruyn et van Eckenstein avaient trouvé + 8°, en solution chloroformique. Il est probable que ces deux savants avaient eu affaire à une impureté.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur le sulfure, le séléniure et le tellurure d'argent.* Note de M. **H. Pélabon**, présentée par M. H. Moissan.

La courbe de fusibilité des mélanges obtenus en fondant l'argent avec le sélénium ou le tellure peut être construite complètement. Il n'en est pas de même dans le cas du soufre et de l'argent; les mixtes plus riches en soufre que le protosulfure perdent facilement l'excès de soufre avant de fondre.

Si dans tous les cas on porte en ordonnées les valeurs de la température de solidification commençante, en abscisses les valeurs du rapport R (exprimé en centièmes) du poids de l'argent au poids total du mélange on a les courbes représentées par la figure.

Argent et soufre. — La ligne de fusibilité est limitée d'une part au point de fusion de l'argent 956°, d'autre part au point de fusion du sulfure d'argent Ag^2S, soit 825°. Cette ligne présente une ordonnée minima 800° environ pour une valeur du rapport R voisine de celle qui correspond à Ag^2S. La température correspondante est celle de la solidification d'un mélange eutectique.

Argent et sélénium. — Les mélanges riches en sélénium ont une température de solidification commençante qui demeure constante quand la valeur du rapport R est comprise entre 5 et 60. Entre ces limites on remarque que la substance solidifiée est formée de deux parties séparément homogènes : celle qui occupe dans le tube la partie supérieure est du sélénium pur, la partie inférieure est un mélange homogène de 1^{at} d'argent et 1^{at} de sélénium.

Ce mélange, qui est stable en présence d'un excès de sélénium liquide, perd du sélénium sous l'action de la chaleur. Il suffit de disposer à l'extrémité d'un tube scellé où l'on a fait le vide un poids déterminé du mélange $Ag + Se$ solidifié, de chauffer fortement cette extrémité pour obtenir un dépôt de sélénium dans les parties froides du tube et un résidu non décomposable répondant à la formule Ag^2Se.

A partir de la valeur $R = 57,75$, l'ordonnée de la courbe commence par croître

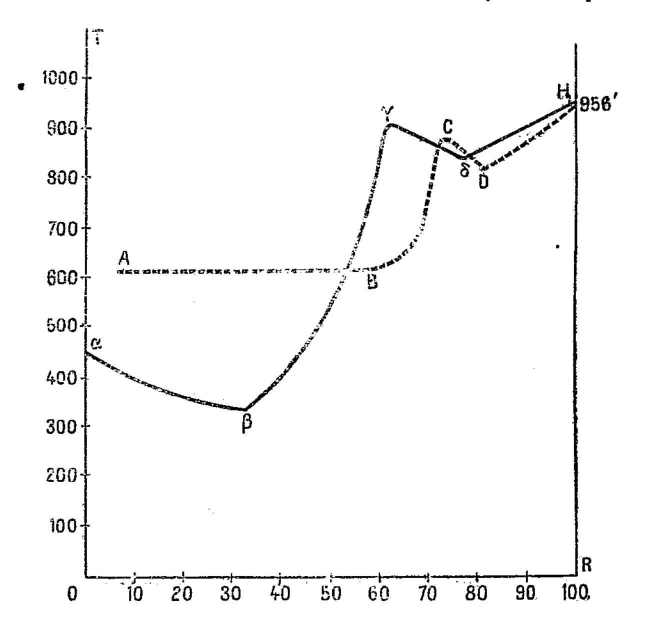
lentement, puis elle augmente rapidement, comme cela est indiqué par le Tableau suivant :

Valeurs de R.	Températures de solidification.
57,75	620°
63,00	632
66,00	650
68,00	670
70,00	700
73,00	880

Le maximum de l'ordonnée correspond au séléniure Ag^2Se qui fond vers 880°.

Les mélanges plus riches en argent ont une température de solidification qui diminue quand la proportion d'argent croît ; le minimum s'observe pour R = 80,5; ce nombre donne la constitution de l'eutectique qui fond vers 830°. A partir de cette valeur, la température de la solidification commençante continue à croître régulièrement pour atteindre 956°, point de fusion de l'argent. L'ensemble des résultats précédents permet de construire la ligne de fusibilité ABCDH.

Argent et tellure. — Les résultats des déterminations expérimentales permettent de tracer complètement la courbe αβγδH. A partir du point α,



dont l'ordonnée représente la température de fusion du tellure : 452°, la température de la solidification baisse régulièrement jusqu'à 345° ; on a alors un premier eutectique. Puis cette température croît rapidement,

comme l'indique l'arc de courbe βγ dont l'ordonnée maxima 955° représente le point de fusion du tellurure d'argent Ag^2Te. La ligne de fusibilité se termine par deux parties presque rectilignes qui se coupent au point δ. Ce point correspond à un second eutectique qui fond vers 825°.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Lavage des précipités colloïdaux.* Note de M. J. **Duclaux**, présentée par M. E. Roux.

Un obstacle à l'application de nombreuses méthodes d'analyse consiste dans la difficulté qu'il y a à effectuer, d'une façon complète, le lavage de certains précipités, particulièrement des précipités gélatineux. Cette difficulté a même conduit certains auteurs, tels que M. Ostwald (¹), à penser qu'il fallait éviter l'emploi de ces précipités dans les analyses pondérales. Ceci n'est toutefois pas exact, car ils sont les seuls à être absolument insolubles et, si la variabilité de composition d'un précipité plus ou moins lavé nuit à la rigueur d'une méthode, il en est de même d'une solubilité appréciable, à laquelle il est même souvent plus difficile de remédier.

Cette difficulté, ou, comme on le dit souvent, cette *impossibilité* de laver complètement un précipité colloïdal, peut tenir à deux causes : soit à ce que l'impureté forme avec la partie principale du précipité une combinaison que l'eau ne dissocie pas, soit simplement à ce que cette dissociation est extrêmement lente. Au point de vue expérimental, ces deux hypothèses sont nettement distinctes : si la première est exacte, on doit arriver en poussant très loin les lavages à un *composé limite* contenant une proportion fixe d'impureté : sinon celle-ci doit complètement disparaître.

Un cas analogue nous est présenté par les solutions colloïdales : on sait qu'elles ne sont jamais pures, c'est-à-dire qu'elles contiennent toujours quelque élément accessoire à côté de leurs constituants principaux. Pour prendre l'exemple le mieux connu, l'hydrate ferrique de Graham qui devrait être simplement $Fe^2(OH)^6$, est en réalité $Fe^2(OH)^6, nFe^2Cl^6$, le nombre n étant variable, généralement de l'ordre de $\frac{1}{10}$, et diminuant à mesure qu'on prolonge le lavage, c'est-à-dire, dans ce cas, la dialyse. La question ici se pose de la façon suivante : est-il possible d'enlever tout le chlore, n peut-il être nul?

A ceci il a été généralement répondu par la négative : récemment encore

(¹) *Principes de Chimie analytique.*

M. Nicolardot (1) et M. Wyrouboff (2) ont affirmé l'existence d'un composé limite, obtenu par une dialyse prolongée pendant plusieurs mois et représenté par la formule brute $Fe^2(OH)^6, \frac{1}{150} Fe^2Cl^6$. A ce composé un lavage plus prolongé n'enlèverait plus de chlore.

Mes expériences ne confirment pas cette manière de voir. En réalité, nous avons ici un équilibre entre le chlore contenu dans la micelle du colloïde et celui du liquide intermicellaire.

Après avoir effectué la séparation de ces deux parties du colloïde par une filtration sur collodion (3), on peut les analyser séparément et chercher la loi de leurs variations. On étudiera, par exemple, la relation entre les deux variables principales, le nombre n de la formule $Fe^2(OH)^6, nFe^2Cl^6$ et la concentration c (en molécules par litre) du chlore dans le liquide intermicellaire. Voici les résultats obtenus au cours d'une dialyse, sur membrane de collodion, prolongée pendant trois semaines :

n.	c.	$\frac{\sqrt[3]{c}}{n}$.
0,036	0,006	5,1
0,021	0,0005	3,8
0,0106	0,000066	3,8
0,0062	0,000032	5,1
0,0022	0,000008	9

(Les nombres de la dernière ligne sont seulement approchés, en raison de la petitesse des quantités à mesurer.)

Le dernier terme, soit $Fe^2(OH)^6, \frac{1}{450} Fe^2Cl^6$, contient environ trois fois moins de chlore que le composé *limite* de MM. Nicolardot et Wyrouboff. Cette limite n'existe donc certainement pas à cet endroit et d'ailleurs rien n'autorise à penser qu'elle se trouve plus loin. La marche des nombres montre seulement que la teneur en chlore du liquide intermicellaire (ou du liquide extérieur du dialyseur, si on l'a laissé assez longtemps pour que l'équilibre soit établi) diminue avec une extrême rapidité et que, de plus, ce liquide, assimilable à l'eau de lavage d'un précipité, n'enlève qu'une fraction sans cesse décroissante du chlore total.

(1) *Comptes rendus*, t. CXL, p. 310.
(2) *Annales de Chimie et de Physique*, t. VII, 1905, p. 449.
(3) MALFITANO, *Comptes rendus*, t. CXLI, p. 660.

Supposons en effet que nous opérions sur une molécule

$$Fe^2O^3, 0{,}036 Fe^2Cl^6;$$

l'élimination du chlore sera d'abord rapide, car il résulte des nombres de la première ligne que le premier litre d'eau de lavage en entraînera $\frac{0{,}006}{0{,}036} = 17$ pour 100; ce nombre tombera plus tard (3e ligne) à 0,6 pour 100, puis enfin, pour le dernier composé, $Fe^2O^3, \frac{1}{450} Fe^2Cl^6$, à 0,3 pour 100. A ce moment, l'élimination se fera avec une lenteur telle qu'on sera tenté de croire qu'elle ne se poursuit pas plus loin. Ainsi s'explique qu'on ait pu croire à l'existence de ces composés limites, existence peu en accord avec la propriété fondamentale des colloïdes, la variation continue de leur composition et de leurs propriétés.

J'ai trouvé que l'élimination du potassium que contient toujours le bleu de Prusse dissous se faisait comme celle du chlore dans l'hydrate ferrique de Graham : M. E. Jordis (1) a montré que la silice gélatineuse présentait des propriétés tout à fait semblables. Il y a lieu de penser que le fait est général et que, si par suite la purification complète d'un précipité gélatineux est théoriquement possible, on ne pourra jamais compter sur une proportionnalité entre la quantité d'impureté qu'il contient encore et celle que lui enlève chaque lavage, ni suivre par là la marche de l'opération.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la vraie nature des glucoprotéines α de M. Lepierre.* Note de MM. **J. Galimard**, **L. Lacomme** et **A. Morel**, présentée par M. Armand Gautier.

M. Lepierre (2), voulant réaliser la culture des microbes en milieux chimiquement définis, est parti de cette idée logique que c'est dans les produits d'hydrolyse des albumines qu'il faut chercher les corps azotés destinés à leur fournir l'azote nécessaire.

En attaquant, par l'eau de baryte à +100°, la gélatine, le muscle, l'ovalbumine, il a préparé des substances qu'il nomme *glucoprotéines α*, aux-

(1) *Zeitschrift f. Elektrochemie*, 1905, p. 835.

(2) Lepierre, *Comptes rendus*, 1903, et *Journ. Physiol. et Path. gén.*, 1903, p. 323.

quelles il attribue la formule $C^nH^{2n}Az^2O^4$ (n variant de 6 à 11), substances qu'il considère comme identiques aux glucoprotéines α de Schutzenberger.

Suivant M. Lepierre, ces substances, purifiées par cristallisations successives et ajoutées, à des doses de 1,5 à 3 pour 100, à un mélange dont voici la composition :

Chlorure de sodium	0,50
Sulfate de magnésie	0,05
Glycérophosphate de chaux	0,2 à 0,3
Bicarbonate de potasse	0,1 à 0,2
Glycérine	1,5
Eau	100

permettent aux microbes de se reproduire.

Nous avons essayé de vérifier les résultats de M. Lepierre. Nous nous sommes rendu compte que les produits, préparés suivant sa technique et n'ayant subi qu'une ou deux cristallisations, permettent bien la culture des microbes (1); nous y avons, en particulier, cultivé la diphtérie qui a gardé sa virulence. Mais, en étudiant de plus près la nature de ces glucoprotéines, nous avons vu que, lorsque, par un grand nombre de cristallisations, elles sont purifiées de toute trace de tyrosine et de corps non cristallisables, beaucoup d'espèces n'y poussent plus.

Ceci nous a donné des doutes sur l'exactitude de leur constitution et une analyse chimique approfondie nous a montré que les glucoprotéines α de Lepierre ne répondent pas à la formule que ce bactériologiste leur a assignée; ce sont des mélanges d'acides monoamidés souillés par de petites quantités de polypeptides et d'acides diamidés incristallisables.

En effet :

1° Les glucoprotéines de Lepierre ne correspondent pas exactement aux glucoprotéines de Schutzenberger (2), puisque Lepierre ne prend aucun soin de séparer ses cristaux des acides en $C^nH^{2n+1}AzO^2$ que Schutzenberger avait au préalable enlevés.

2° Du reste, les glucoprotéines de Schutzenberger sont, comme l'ont montré MM. L. Hugounenq et A. Morel (3) (par le fractionnement des éthers), des mélanges d'acides amidés que les simples cristallisations fractionnées ne peuvent dissocier.

3° La détermination du poids moléculaire des prétendues glucoprotéines par la cryoscopie au sein de l'acide acétique n'a pas de valeur, puisque les lois de Raoult

(1) *Soc. méd. Hôpit.*, Lyon, 1905.

(2) Schutzenberger, *Annales de Chimie et de Physique*, 1879, p. 334.

(3) Hugounenq et Morel, *Comptes rendus*, 18 juin 1906.

sont inapplicables à des mélanges aussi complexes de corps ayant des fonctions acide et base dans une même molécule.

4° L'argument en faveur de l'existence des glucoprotéines, tiré de l'établissement de leur formule par l'analyse, ne prévaut pas contre la séparation de chacun des produits en plusieurs substances. [Nous avons effectué cette séparation par traitement à l'acide phosphotungstique et par la distillation fractionnée des éthers des acides monoamidés, méthode d'Emil Fischer (1).]

Nous avons ainsi dissocié les glucoprotéines de l'ovalbumine, savoir :

A^1. $C^8H^{16}Az^2O^4$ en traces de polypeptides et de diamines, en 18 pour 100 d'alanine et 42 pour 100 de leucine.

A^2. $C^8H^{16}Az^2O^4 + C^9H^{18}Az^2O^4$ en traces de tyrosine et de corps précipitables par l'acide phosphotungstique, en 12 pour 100 d'alanine et 61 pour 100 de leucine.

B. $C^9H^{18}Az^2O^4$ en traces de tyrosine et produits précipitables par l'acide phosphotungstique, en 13 pour 100 d'alanine, 30 pour 100 de leucine et 11 pour 100 de phénylalanine.

C^1. $C^{10}H^{20}Az^2O^4$ en traces de tyrosine et de corps précipitables par l'acide phosphotungstique, en 16 pour 100 d'alanine, 35 pour 100 de leucine.

C^2. $C^{11}H^{22}Az^2O^5$ en traces de tyrosine et de corps précipitables par l'acide phosphotungstique, en 8 pour 100 d'alanine, 29 pour 100 de leucine et 15 pour 100 de phénylalanine.

Les dileucéines D : 1° En polypeptides dédoublables, par l'hydrolyse acide prolongée, en lysine, alanine, proline, acide aspartique, acide glutamique;

2° En diamines, lysine et ornithine ;

3° En acides monoamidés, alanine, leucine, proline, phénylalanine, acide aspartique, acide glutamique et traces de tyrosine.

Conclusions. — La constitution attribuée par M. Lepierre aux produits azotés qu'il emploie pour la culture des microbes est inexacte. Ses prétendues glucoprotéines α sont des mélanges d'acides monoamidés incomplètement débarrassés d'impuretés non cristallisables, et celles-ci jouent peut-être un rôle prépondérant dans l'alimentation des microbes.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur l'amylase et la maltase du suc pancréatique.* Note de MM. **Bierry** et **Giaja**, présentée par M. Dastre.

Le suc pancréatique recueilli chez le chien, par fistule temporaire, après injection de sécrétine, est nettement alcalin; cette alcalinité est due, en partie, au carbonate de soude. Ce suc est incapable d'hydrolyser le maltose.

(1) E. Fischer, *Zeit. für phys. Chemie*, t. XXXIII.

A très petite dose il agit instantanément sur l'amidon soluble, préalablement porté à 40°, pour donner du maltose. Ce même suc additionné d'acide acétique ou d'acide chlorhydrique jusqu'à réaction légèrement acide transforme très rapidement l'amidon et le maltose en glucose (¹).

Nous avons étudié séparément et comparativement sur l'amidon et le maltose les actions en milieu alcalin, neutre et acide, du suc pancréatique normal et du suc dialysé.

Nous nous sommes servis de maltose pur et de fécule de pomme de terre. Pour préparer l'empois nous prenions 2 parties de fécule pour 100 parties d'eau et nous portions 30 minutes à l'autoclave à 120°. Les flacons d'empois, additionnés de suc pancréatique, étaient mis ensuite à l'étuve à 40°. Les liquides de digestion étaient traités par le nitrate mercurique avant de procéder au dosage par le polarimètre et la liqueur de Fehling et à l'examen des osazones. Si l'on emploie des concentrations convenables de maltose, on peut ainsi déceler sûrement une hydrolyse de 5 pour 100 du maltose primitif.

Suc normal. — L'action du suc pancréatique de sécrétine sur l'amidon est très intense : 4^{cm^3} et même 2^{cm^3} transforment rapidement 100^{cm^3} d'empois à 2 pour 100, en maltose. L'action est presque terminée en 60 minutes et ne va pas beaucoup plus loin en 10 et même 20 heures.

Si l'on acidifie une petite quantité de ce suc et qu'on le fasse agir sur l'amidon, on ne décèle pas de glucose avant $1^h 30^m$. Nous avons donc pu comparer l'action de faibles doses de suc alcalin, neutre et acide (nous avons employé comme réactif coloré le méthylorange et l'hélianthine) pendant 30 et même 45 minutes, sur l'empois d'amidon et doser le maltose formé. De faibles doses d'acide ont une action considérable sur la vitesse d'hydrolyse; le maximum de rendement est obtenu au voisinage de la neutralité, pour une très légère alcalinité. Ces résultats sont à rapprocher de ceux obtenus par M. Màquenne pour l'amylase végétale.

Nous avons fait agir d'autre part la même quantité de suc acidifié, pendant le même temps, sur des poids équivalents de maltose et d'amidon. Le poids de glucose décelé dans la digestion de l'amidon est déjà considérable, alors que l'hydrolyse du maltose n'est pas commencée. La digestion partie de plus loin va plus vite.

L'action du suc sur l'amidon va diminuant à mesure qu'on augmente les doses d'acide qui deviennent rapidement destructives. Nous avons employé divers acides à $\frac{N}{10}$. Jusqu'à la neutralisation, l'acide employé n'a pas d'importance; mais, dès qu'il y a une trace d'acide libre, la nature de l'acide entre en jeu plus que l'acidité elle-même :

(¹) BIERRY et TERROINE, *C. R. de la Société de Biologie,* mai et juillet 1905.

l'acide acétique est cinq fois moins toxique que HCl, et HCl est moins toxique que AzO^3H et SO^4H^2.

Le suc pancréatique de sécrétine perd toute action sur l'amidon par un chauffage d'un quart d'heure vers 60°.

Suc dialysé. — Avec M. Victor Henri (¹) nous avons montré que le suc pancréatique dialysé sur sac de collodion en présence d'eau distillée perd presque tout pouvoir saccharifiant vis-à-vis de l'amidon et qu'il suffit d'ajouter un électrolyte pour voir apparaître de nouveau l'action diastasique.

Nous avons poussé plus loin la dialyse jusqu'à précipitation complète des globulines et jusqu'à ce que la conductivité du suc fût devenue voisine de celle de l'eau distillée. Nous avons obtenu ainsi un suc complètement inactif sur l'amidon. Nous avons pu laisser 12 jours à l'étuve à 40°, le mélange suc + empois, sans pouvoir déceler de sucre il a suffi d'ajouter ensuite un peu de NaCl, pour obtenir en 2 heures une réduction intense de la liqueur de Fehling.

Divers électrolytes ont été essayés à dose équimoléculaire; il semble que la base du sel soit indifférente et que l'acide seul intervienne. Les sulfates, acétates, phosphates de divers métaux n'influencent pas l'action du suc dialysé sur l'amidon, mais la digestion commence dès qu'on ajoute un chlorure, ou un azotate du même métal.

Le suc dialysé perd aussi tout pouvoir sur le maltose; l'addition d'un électrolyte rend à la maltase ses propriétés.

L'un de nous (¹) a montré que par la dialyse il était possible de séparer la maltase et l'amylase du suc pancréatique. La maltase disparaît la première. Cette amylase en milieu alcalin, neutre ou acide se comporte comme l'amylase du suc normal.

Ce suc dialysé devient extrêmement sensible à l'action des acides; ceux-ci sont moins toxiques en présence de sels.

Conclusions. — 1. Il est possible de mettre en évidence par divers moyens l'amylase et la maltase du suc pancréatique et, par suite, de montrer leur spécificité et d'étudier leur action.

2. L'amylase agit mieux en milieu très légèrement alcalin.

3. Le suc pancréatique dialysé sur sac de collodion en présence d'eau distillée perd tout pouvoir sur l'amidon et le maltose. Il suffit d'ajouter un électrolyte convenable pour rendre au suc dialysé ses propriétés.

(¹) *Comptes rendus de la Société de Biologie,* 1906.

PHYSIOLOGIE. — *Le mouvement de bascule des valves de certains Acéphales pendant leur ouverture et leur fermeture et ses conséquences morphogéniques.* Note de **F. Marceau**, présentée par M. Edmond Perrier.

I. Ce mouvement de bascule, signalé par Anthony [1] chez certains Acéphales, consiste en ce que, « l'une des valves étant supposée immobile, l'autre valve, au lieu de s'abaisser dans le même plan que celui dans lequel elle s'était élevée sous l'influence du ligament, s'incline soit en avant, soit en arrière, au moment de la fermeture, sous l'influence de la contraction d'un ou des deux adducteurs, basculant en quelque sorte autour d'un axe dorso-ventral. »

Les méthodes employées par Anthony pour étudier ce mouvement ne m'ont pas paru suffisamment précises, et, d'autre part, elles ne renseignent pas sur la phase du mouvement des valves à laquelle il se produit, c'est pourquoi j'en ai repris l'étude.

1re *Méthode.* — Le principe de cette méthode consiste essentiellement à fixer le Mollusque par l'une de ses valves, à l'aide de poix de Bourgogne, sur un bloc métallique, tandis que sur l'autre valve on fixe, parallèlement à la charnière, deux petites potences rectangulaires identiques, portant elles-mêmes une tige de paille terminée par deux stylets. Le Mollusque ainsi préparé est plongé dans une cuvette pleine d'eau douce ou d'eau de mer, suivant les cas, et placée entre deux glissières verticales parallèles, solidaires, garnies de papier enfumé et animées d'un mouvement lent et uniforme, de telle sorte que la tige de paille porte-stylets soit bien exactement perpendiculaire à la direction de ces glissières. Il est clair que, dans ces conditions, les mouvements des deux bords des valves sont inscrits, amplifiés, sur les glissières et qu'il est facile d'en mesurer l'amplitude et la durée.

2e *Méthode.* — Elle a été employée pour déterminer avec plus de précision si les mouvements des bords antérieur et postérieur des valves sont rigoureusement synchrones. Le Mollusque étant préparé comme dans la méthode précédente, j'ai fixé, en des points de la valve libre situés à égale distance de la charnière, deux fils attachés à la courte branche de deux leviers amplificateurs couplés, mobiles autour d'un axe horizontal. Les pointes de ces leviers se déplacent sur la surface d'un cylindre enregistreur vertical à moyenne vitesse.

II. Les expériences faites par les deux méthodes que je viens d'indiquer m'ont montré que le mouvement de bascule des valves des Acéphales peut tenir à deux causes pouvant agir isolément ou simultanément suivant les

---

(1) *Influence de la fixation pleurothétique sur la Morphologie des Mollusques acéphales dimyaires* (*Thèse Fac. Sc. de Paris* et *Ann. d. Sc. nat.*, 1905, p. 185).

cas : 1° à l'amplitude différente des mouvements des deux bords de ces valves, alors que ceux-ci s'effectuent pendant le même temps; 2° à la non-simultanéité des mouvements de ces deux bords, leur amplitude pouvant être à peu près la même.

1° Chez les Dimyaires siphonés dont les siphons sont assez développés, il existe, lors de l'ouverture et de la fermeture des valves, un mouvement de bascule consistant en ce que le bord postérieur de ces valves, correspondant aux siphons, s'ouvre plus rapidement et se ferme plus lentement que le bord antérieur et effectue un déplacement plus considérable. Le phénomène est particulièrement accentué chez les *Lutraria elliptica, Mactra glauca, Psammobia vespertina, Venus verrucosa*. Il est moins marqué chez le *Tapes decussatus*. Il faut noter que les mouvements de bascule sont surtout accentués au début de l'ouverture ou vers la fin de la fermeture des valves, c'est-à-dire lorsque celles-ci sont peu écartées, tandis qu'ils sont bien moins marqués quand les valves baillent largement.

2° Chez les Dimyaires siphonés dont les siphons sont très minces (*Dosinia exoleta*) et chez les Dymiaires asiphonés (*Anodonta Cygnea, Unio margaritana*), les mouvements de bascule sont inappréciables quand les valves effectuent des mouvements étendus; mais, les valves étant fermées, par suite du relâchement non simultané des deux muscles adducteurs, un bord peut s'ouvrir alors que l'autre reste fermé, ou bien ils s'ouvrent inégalement. Le plus souvent, c'est le bord postérieur, correspondant aux siphons, qui s'ouvre alors que le bord antérieur reste fermé, mais l'inverse se produit également, surtout chez les Asiphonés.

3° Chez les Monomyaires (*Ostrea edulis, Pectens*) et chez les Dimyaires anisomyaires qui, au point de vue fonctionnel, se comportent comme des Monomyaires (*Mytilus edulis*) je n'ai pu, contrairement à Anthony, constater aucune trace de mouvement de bascules des valves.

III. Ces mouvements de bascule dont la production était liée, chez les ancêtres des Mollusques actuels, à la nécessité de vivre dans des conditions particulières ont entraîné peu à peu chez eux des dispositions spéciales qui se sont transmises ensuite par hérédité.

Chez les Acéphales dont les valves effectuent des mouvements de bascule accentués pendant leur ouverture et leur fermeture, le ligament externe, fibreux, et surtout le ligament interne, élastique, ont une longueur très réduite et cette réduction est en rapport direct avec l'amplitude de ces mouvements (*Lutraria elliptica, Mactra glauca, Venus verrucosa, Mya arenaria*). On peut même, à la seule inspection de la charnière d'un

Acéphale, prévoir si ses valves peuvent exécuter ou non des mouvements de bascule. Chez les *Solen*, par exemple, dont le ligament élastique et surtout le ligament fibreux sont très allongés, il n'existe aucun mouvement de bascule des valves. Chez les *Mytilus edulis* et surtout chez les *Pecten*, la longueur du ligament fibreux et sa largeur très réduite maintenant les bords dorsaux des valves étroitement en contact s'opposent également à l'existence de mouvements de bascule. Chez l'Huître, où la longueur des ligaments fibreux et élastique est faible, c'est la solidité du premier et la rigidité du second qui empêchent les mouvements de bascule de se produire. Des expériences simples faites sur des valves débarrassées complètement des parties molles du Mollusque et consistant à déterminer leur occlusion ou à permettre leur ouverture par des pressions exercées en différents points de leur surface, m'ont permis d'ailleurs de m'assurer de l'existence possible ou non de mouvements de bascule.

L'existence de mouvements de bascule étendus a entraîné encore chez les *Dimyaires* une disposition spéciale des muscles adducteurs que je crois être le premier à signaler et qui est la suivante : *Le muscle adducteur postérieur est un peu plus long que le muscle adducteur antérieur et son axe est un peu plus rapproché de la charnière que celui de ce dernier.* Cette double disposition fait que le bord postérieur a des mouvements plus étendus que le bord antérieur, les coefficients de raccourcissement des deux muscles étant identiques. Elle est très nette chez les *Lutraria elliptica, Psammobia vespertina, Mactra glauca, Tapes decussatus, Venus verrucosa.* Chez les *Anodonta Cygnea, Unio margaritana, Dosinia exoleta*, elle est bien moins accentuée.

MÉDECINE. — *Produit curatif dérivé de la tuberculinine, poison tuberculeux cristallisé*. Note de M. G. **Baudran**, présentée par M. d'Arsonval.

Dans une précédente Communication (*Comptes rendus*, 12 mars 1906) j'ai montré que le bacille tuberculeux renfermait un corps toxique de nature alcaloïdique. J'ai pu isoler cet alcaloïde à l'état cristallin et en faire dériver un produit possédant des propriétés curatives.

I. *Poison tuberculeux*. — Je l'ai dénommé *tuberculinine*, par rapprochement avec l'ergot de seigle (ergotine, ergotinine).

Préparation. — 500^{g} ou 1^{kg} de bacilles, séparés des matières étrangères, sont lavés à l'eau distillée froide. Ils sont ensuite pulvérisés à l'aide de sable fin, calciné, et introduits dans un appareil à déplacement. Le mode

opératoire et la proportion des véhicules employés sont les mêmes que pour l'ergotinine. On obtient, suivant les races, 0,06 à 0,10 pour 100 de produit cristallisé. Il est assez souvent mélangé de produit amorphe, sans perdre de son activité. Il se présente sous forme de fines aiguilles microscopiques ou sous celle de choux-fleurs, selon le dissolvant : alcool, éther, chloroforme. Ce corps est sans action sur le tournesol, se comportant comme une base faible.

Les sels des acides minéraux sont peu solubles dans l'eau. Certains acides organiques, citrique, lactique, donnent des solutions stables. Une parcelle délayée dans un peu d'éther, additionnée d'acide sulfurique nitreux, donne une coloration rouge devenant violette par la suite.

Expérimentation physiologique. — Injectée à des cobayes sains, de poids moyen, à la dose de $0^g,0008$, elle les fait mourir dans des temps variant de 8 jours à 15 jours.

L'autopsie ne révèle aucune altération des organes essentiels, mais seulement une hyperémie du rein et des capsules surrénales. Quand elle est injectée à la même dose à des animaux tuberculeux, infectés avec des cultures pures ou des crachats, ceux-ci meurent en 12 ou 18 heures.

II. *Produit antitoxique et curatif.* — En traitant par le permanganate de calcium les alcaloïdes végétaux (*Comptes rendus*, t. CXXXIX, 1904, p. 1000), j'ai obtenu des corps qui, non seulement, ne sont plus toxiques, mais qui détruisent les effets de ces mêmes alcaloïdes. En opérant de la même façon avec diverses toxines (tétanique, diphtéritique) (*Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 884) et en dissolvant le produit dans du sérum physiologique, les liquides résultant neutralisent les toxines à volume égal. Il était tout naturel de rapprocher la tuberculinine des expériences précédentes.

$0^g,08$ sont dissous dans $0^g,20$ d'acide lactique, puis la solution neutralisée est étendue à 100^{cm^3}. L'opération se fait à 37°. Pour s'assurer que toute la tuberculinine est transformée on prélève un échantillon que l'on additionne d'acide nitrique au $\frac{1}{10}$. On ajoute au tout une goutte du réactif suivant : iode, 127^g; iodure de potassium, 166^g; eau, 118^g. L'opération doit être conduite jusqu'à cessation de précipité insoluble à froid, mais disparaissant à chaud. Ce terme atteint, on mesure le volume du liquide obtenu et on l'additionne de 5 pour 100 de glycérine. Celle-ci a pour but de maintenir le sel de manganèse à l'état de protoxyde comme le ferait un adjuvant tel que l'albumine du sérum. Je me suis, en effet, assuré que les sérums anti n'agissaient qu'autant qu'ils renfermaient une proportion déterminée d'un sel manganeux. Tout le liquide est ramené au volume de 100^{cm^3}.

Expérimentation physiologique. — *a.* Le produit est antitoxique. En effet, injecté préventivement (12 heures avant) à des cobayes sains à la dose de 1^{cm^3}, ceux-ci peuvent recevoir le lendemain la dose mortelle de tuberculinine, sans mourir, après 5 mois d'expérimentation. *b.* Il est curatif.

1° *Cobayes.* — J'ai pris deux lots de six animaux que j'ai traités de la façon suivante : six avec des bacilles humains (Ravenel), six avec des cultures bovines (tuberculose du lait). Dans chaque groupe, trois sont laissés pour témoins et meurent en 5 ou 7 semaines avec des lésions types. Les autres sont traités dès l'apparition des ganglions et avant qu'ils ne commencent à maigrir. Ils reçoivent chaque semaine 1^{cm^3} de la solution de tuberculinine modifiée. Au bout de 3 semaines environ, les ganglions commencent à se résorber, les abcès se cicatrisent. Huit mois après, ils sont sacrifiés et l'autopsie ne révèle que des lésions insignifiantes. Le foie est couvert de tractus fibreux. Chaque injection est fort bien absorbée. Elle donne plutôt un abaissement de température, jamais d'hyperthermie. Il doit toujours en être ainsi quand l'alcaloïde est complètement transformé.

2° *Bovidés.* — Plusieurs étables ont été mises à notre disposition. Avec le concours de M. Andrieu, vétérinaire sanitaire de l'Oise, nous soignons vingt bêtes. L'aspect extérieur de santé est excellent. Chacune d'elles reçoit, par semaine, 5^{cm^3} de la solution ci-dessus. L'absorption se fait très bien et, dans quelque temps, nous verrons ce que l'autopsie nous révélera.

3° *Humains.* — J'ai observé sur moi-même que les injections sous-cutanées étaient indolores, facilement résorbables, ne donnant jamais de fièvre. De plus, l'injection, pendant plusieurs semaines, ne m'a jamais occasionné aucun trouble.

GÉOLOGIE. — *Esquisse tectonique du sol de la France.* Note de M. E. **Jourdy**, présentée par M. Barrois.

La nouvelle édition de la Carte géologique au $\frac{1}{1000000}$ mentionne un certain nombre de lignes tectoniques de plissements et de fractures, premier essai d'un réseau qu'il devient possible aujourd'hui de compléter, sauf à recourir, comme je l'ai fait, à des études encore inédites mais offrant toute garantie. J'ai pu ainsi dresser une première carte tectonique sur la base, indiquée par M. Suess, de la distinction entre les actions tangentielles de compression et les actions radiales de fractures profondes. Le réseau tectonique apparaît en son entier et permet de rectifier les données incomplètes que M. Marcel Bertrand avait employées dans un premier aperçu (1).

Les *lignes directrices* des plissements tangentiels sont les lignes sculpturales jalonnées par les bassins houillers du continent hercynien dont

(1) Marcel Bertrand, *Le Réseau orthogonal des lignes de plissement de la France* (*Comptes rendus*, 1894).

l'Ardenne, les Vosges, la Bretagne, le Massif central représentent les débris. Ce continent primaire était taillé en pointe vers le Sud, comme les continents et les grandes presqu'îles actuels (l'Amérique, l'Afrique, l'Australie prolongement de l'Asie, l'Inde, le Groenland, la Grèce, l'Italie, l'Espagne), comme aussi le massif hercynien de la meseta espagnole. Les géodésiens viennent d'établir, dans leur nouvelle mesure de la méridienne de Paris, qu'un même ellipsoïde moyen ne saurait s'adapter sur la surface entière de la France, mais qu'une brisure située entre Clermont et Rodez permet de reconnaître la nécessité d'admettre deux ellipsoïdes; celui de la partie septentrionale aurait un aplatissement de $\frac{1}{290}$, qui ne serait que de $\frac{1}{310}$ dans la région méridionale. Cette donnée de la géodésie, jusqu'ici incompréhensible, s'explique maintenant par la concordance entre la ligne de séparation des deux surfaces géodésiques et la ligne directrice tectonique qui limite au Sud la pointe du continent hercynien.

Sur les lignes directrices tectoniques se greffe le réseau complet des plissements et fractures tangentiels qui couvrent le sol de la France. *Ce réseau est double,* car les axes de la région de l'Est sont orientés généralement NE-SO, tandis que ceux de la région occidentale sont orientés NO-SE orthogonalement aux premiers. La ligne de séparation est le méridien de 1° long. E passant par Saint-Quentin, Moulins, Lodève. Dans plusieurs contrées, ces lignes sont accompagnées d'accidents orthogonaux, d'importance secondaire. Dans chacune d'elles, les mêmes accidents se reproduisent suivant les mêmes directions, quel que soit leur âge dans les temps géologiques. Ce phénomène que M. Suess a signalé comme cause des *plis posthumes* est conforme à la *loi de position* (1) que j'ai formulée il y a déjà trente-six ans. Deux années plus tard (2), j'avais expliqué la formation simultanée des Alpes et du Jura comme due à des ondulations comparables à d'immenses vagues venues du Sud-Est et moulées dans l'angle des massifs préexistants et fortement enracinés qui est dessiné par le bourrelet cévenol, le môle vosgien de la Serre et le pied des Ballons. . . . .

Le succès de cette nouvelle donnée permettait d'élargir sa base : celle d'une action dynamique de compression tangentielle, se traduisant en ondulations analogues à de grandes *vagues* propagées horizontalement, toujours dans la même direction, du Sud vers le Nord. Il en résulte que le tracé des réseaux de toutes les lignes tectoniques

(1) E. Jourdy, *A propos du réseau pentagonal* (*La Philosophie positive*, 1870).

(2) E. Jourdy, *Orographie du Jura dôlois* (*Bulletin de la Société géologique de France*, 1872).

des plissements prend la signification des courbes horizontales utilisées en topographie et qu'il dessine par conséquent les formes du substratum archéen sur lequel la couverture sédimentaire est venue se plisser au moment de la formation des chaînes de montagnes, c'est-à-dire aux époques post-cambrienne, post-carboniférienne, post-éocène et enfin miocène. Or les deux moitiés du réseau tectonique de la France accusent, le long du méridien de l'axe tectonique, un raccord orthogonal courbe dont la concavité est tournée vers le Nord, indice d'une *ligne de faîte* le long de ce méridien, tandis que, sur les deux méridiens de Rennes et de Mayence, l'un de 4° long. O et l'autre de 6° long. E, symétriques par conséquent à celui de Moulins, les lignes directrices dessinent une convexité vers le Nord, indices de deux *thalwegs* symétriques à la ligne de faîte du méridien médian.

Ces trois méridiens ont du reste des propriétés communes : 1° ils ont tous trois ouvert le continent de part en part aux eaux *oligocènes,* qui ont isolé la Bretagne, fait communiquer le bassin de Paris par la Limagne avec ceux d'Aquitaine et de Provence et ont prolongé le bassin de Mayence, par l'Alsace, jusqu'en Suisse ; 2° ils passent entre des *champs de filons* et de *failles* NS (Bretagne et Morvan) et au milieu des *volcans tertiaires* de la Prusse rhénane et du massif central de la France. Ils constituent donc trois lignes tectoniques radiales pour la surface, lignes de faîte et de thalweg pour la région *profonde*.

On est en droit d'en conclure que le substratum sur lequel ont glissé les ondulations de la couverture sédimentaire présentait un *fuseau méridien* en relief qui traversait la France en son milieu du Nord au Sud. Les accidents orthogonaux consécutifs sont représentés : 1° par les racines archéennes et primaires qui ont orienté EO en profondeur la chaîne des Pyrénées dont la couverture secondaire et tertiaire a obéi au contraire à l'orientation orthogonale conjuguée NE et NO; 2° par la réapparition du synclinal cambrien breton décrit par M. Barrois [1] comme dû à un phénomène d'étirement le long d'un parallèle.

En résumé, le réseau tectonique de la France est bien orthogonal comme l'avait découvert M. Marcel Bertrand, mais il est double pour la couverture sédimentaire, puisqu'il se compose d'axes de plissements tangentiels orientés orthogonalement NE et NO et de lignes de fractures radiales méridiennes. Il est de plus différent pour le substratum archéen, dont les lignes sculpturales sont orientées suivant des méridiens et des parallèles ; ce réseau profond a été emprunté à plusieurs époques

(1) Barrois, *Le bassin du Ménez-Bélair,* 1895.

par les fractures radiales, voies par lesquelles les roches éruptives venues des profondeurs se sont épanchées à la surface du globe.

M. **Edmond Seux** adresse une *Note sur l'importance de l'épaisseur du bord antérieur de l'aile de l'oiseau dans le vol à voile. Son application aux aéroplanes.*

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

A 3 heures trois quarts l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 16 juillet 1906.

Monumenta pulveris pyrii, reproductions of ancient pictures concerning the history of gunpowder, with explanatory notes, by Oscar Guttmann. Londres, 1906; 1 vol. in-4° : Exemplaire de luxe tiré sur papier à la cuve, dos chagrin, plats en bois, fermoirs en cuivre; n° 37. (Acquis par voie de souscription.)

Mémoires concernant l'histoire naturelle de l'Empire chinois, par des Pères de la Compagnie de Jésus; t. V; 2e cahier : *Le P. Heude et le Musée de Zi-ka-wei,* avec portrait, cartes et planches (XII-XIV, XVI-XIX). Chang-Haï, Imprimerie de la Mission catholique, 1906; 1 fasc. in-f°. (Présenté par M. de Lapparent.)

Le Bois, par J. Beauverie, avec une préface de M. Daubrée. Paris, Gauthier-Villars, 1905; 2 vol. in-8°. (Présenté par M. Chatin.)

Les navires célèbres, par Wilfrid de Fonvielle; 3e édition. Paris, Hachette et Cie, 1906; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

The total solar eclipse 1905. *Report of observations made by members of the « British Astronomical Association » of the total solar eclipse of* 1905, *august* 30, edited by F.-W. Levander. Londres, 1906; 1 fasc. in-8°.

Report on the work of the scottish national antarctic Expedition, by William-S. Bruce, with eight photographs and map. Edimbourg, s. d.; 1 fasc. in-8°.

The area of unknown antarctic regions compared with Australia, unknown Arctic regions, and British Isles, by William-S. Bruce, with map. (Extr. de *The scottish geographical Magazine,* juillet 1906.) 1 fasc. in-8°.

État indépendant du Congo. *Mission Émile Laurent,* 1903-1904. *Énumération des plantes récoltées par Émile Laurent, avec la collaboration de M. Marcel Laurent, pendant sa dernière Mission au Congo,* par E. DE WILDEMAN; fasc. III, p. 193-354, pl. XLVII-CVI. Bruxelles, imp. F. Vanbuggenhondt, 1906; 1 étui in-8°. (Offert par M. le Secrétaire général du Département des Finances de l'État indépendant du Congo.)

Zur Anwendung lose geschichteter kleinstückiger Leiter für elektrische Heizwiderstände, von J. BRONN. (Extr. de *Elektrotechnischen Zeitschrift,* 1906, fasc. 3.) Berlin, 1 fasc. in-4°.

Report on the lead and zinc deposits of Wisconsin, with an atlas of detailed maps, by ULYSSES SHERMAN GRANT. (*Wisconsin geological and natural History Survey,* Bol. n° XIV.) Madison, Wis., 1906; 1 vol. et un étui in-8°.

Annuario publicado pelo Observatorio do Rio de Janeiro para o anno de 1906, anno XXII. Rio de Janeiro, 1906; 1 vol. in-12.

Generalregister der Schriften der königlichen böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften, 1884-1904, zusammengestellt von GEORG WEGNER. Prague, 1906; 1 fasc. in-8°.

Geological literature added to the Geological Society's Library, during the year ended december 31st, 1905. Londres, 1906; 1 fasc. in-8°.

L'Université d'Helsingfors adresse les publications suivantes :

BONSDORFF (ARTUR VON). — *Om fractura basis cranii.* En klinisk studie. (Ueber fractura basis cranii. Eine klinische Studie.) Helsingfors, 1906, VI-152-II p. in-8° nebst Tafeln. Diss. Hels.

FEDERLEY (HARRY). — *Lepidopterologische Temperatur-Experimente mit besonderer Berücksichtigung der Flügelschuppen.* Helsingfors, 1906, 116 p. in-8°. Diss. Hels.

GEITLIN (FRITZ). — *Zur Kenntnis der tuberösen Sklerose des Gehirns.* Berlin, 1906, VI-74 p. in-8° nebst Tafeln. Diss. Hels.

JOHANSSON (OSCAR V.). — *Ueber die Bestimmung der Lufttemperatur am meteorologischen Observatorium in Helsingfors.* Eine kritische Studie. Helsingfors, 1906, IV-104 p. in-4° nebst Tafeln. Diss. Hels.

JUSÉLIUS (EMIL). — *Studien über Iriscysten.* Helsingfors, 1906, IV-80 p. in-8° nebst Tafeln. Diss. Hels.

MATTSSON (GUSTAF). — *Pyrenets konstitution och genesis. Synteser och syntetiska försök.* (Konstitution und Genesis des Pyrens. Synthesen und synthetische Versuche.) Helsingfors, 1905, VI-162 p. in-8°. Diss. Hels.

POPPIUS (B.). — *Zur Kenntnis der Pterostichen-Untergattung Cryobius Chaud.* Helsingfors, 1906, II-280 p. in-8° nebst einer Karte. Diss. Hels.

SILFVENIUS (A.-J.). — *Trichopterologische Untersuchungen. I. Ueber den Laich der Trichopteren.* Helsingfors, 1906, 128 p. in-8° nebst Tafeln. Diss. Hels.

SIRELIUS (U.-T.). — *Ueber die Sperrfischerei bei den finnischugrischen Völkern. Eine vergleichende ethnographische Untersuchung.* Helsingfors, 1906, IV-486 p. in-4°. Diss. Hels.

TAWASTSTJERNA (ONNI). — *Ueber die subkutanen Rupturen des Magen-Darmkanals nach Bauchverletzungen.* Helsingfors, 1905, IV-176 p. in-8°. Diss. Hels.

WAHL (WALTER). — *Die Enstatitaugite. Eine Untersuchung über monokline Pyroxene mit kleinem Winkel der optischen Axen und niedrigem Kalkgehalt.* Helsingfors, 1906, IV-144 p. in-8° nebst Tabellen und einer Tafel. Diss. Hels.

HJELT (EDV.). — *Redogörelse för Kejserliga Alexanders-Universitetet i Finland under läsearen* 1902-1905. Afgifven af Universitetets Rektor. (*Bericht des Rektors der Universität für die Studien-Jahre* 1902-1905.) Helsingfors, 1905, VIII-330-XIV p. in-8° nebst Tafeln. Progr. Hels.

Universitetsbibliotekets Accessionskatalog. — Yliopiston Kirjaston Lisäysluettelo. t. XIII, 1902-1904. (*Zuwachsverzeichnis der Universitätsbibliothek,* t. XIII, 1902-1904.) Helsingfors, 1905, LXX-120 p. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 23 JUILLET 1906.

Ferdinand Freiherr v. Richthofen, Gedächtnisrede gehalten von ERICH VON DRYGALSKI; mit einem Anhange von E. TIESSEN : *Die Schriften Ferdinand Freiherr von Richthofens.* Leipzig, Wilhelm Weicher, 1906; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Darboux.)

Traité de Physique, par O.-D. CHWOLSON; Ouvrage traduit sur les éditions russes et allemandes par E. DAVAUX; édition revue et considérablement augmentée par l'auteur, suivie de Notes sur la Physique théorique par E. et F. COSSERAT. Tome Ier, 2e fasc. : *L'état gazeux des corps.* Tome II, 2e fasc. : *L'indice de réfraction. Dispersion et transformation de l'énergie rayonnante.* Paris, A. Hermann, 1906; 2 fasc. in-8°. (Présenté par M. Darboux.)

Contribution à l'étude des roches alcalines de l'Est-Africain, par H. ARSANDAUX. (Extr. des *Comptes rendus scientifiques de la Mission Duchesne-Fournet.*) Paris, Masson et Cie, 1906; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Lacroix.)

Carte topographique et minéralogique du Binnenthal (Valais), à l'échelle du $\frac{1}{60\,000}$, *avec l'indication des gisements accompagnée d'une nomenclature des espèces,* par L. DESBUISSONS. Paris, P. Colas, 1906; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Lacroix.)

La période luni-solaire et le temps qu'il fera pendant l'éclipse du 30 *août* 1905, par M. ZENGER. (Extr. des *Comptes rendus de l'Association française pour l'avancement des Sciences.* Congrès de Cherbourg, 1905.) 1 fasc. in-8°.

La théorie électrodynamique du monde et le radium, par M. CH.-V. ZENGER. (Extr. des *Comptes rendus de l'Association française pour l'avancement des Sciences.* Congrès de Grenoble, 1904.) 1 fasc. in-8°.

(*A suivre.*)

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 AOUT 1906,

PRÉSIDENCE DE M. H. POINCARÉ.

CORRESPONDANCE.

M. le D[r] CORNIL prie l'Académie de le compter au nombre des candidats à l'une des places vacantes dans la Section des Académiciens libres.

M. le SECRÉTAIRE PERPÉTUEL signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, l'Ouvrage suivant :

The reminiscences of a retired hindu official containing short hints on hindu philosophy, published by V. BALAKRISHTNA MOODALIAR.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les iodomercurates de sodium et de baryum.* Note de M. A. DUBOIN, présentée par M. L. Troost.

Boullay (¹) a entrevu le sel $2NaI, HgI^2$. Par évaporation très lente, une solution des deux constituants avait abandonné *de longues aiguilles* qui se sont promptement redissoutes dans l'eau hygrométrique de l'air et qu'il n'a pu reproduire.

J'ai abandonné dans l'air sec la liqueur lourde que j'ai signalée précédemment (²) ; l'évaporation demande plusieurs semaines avant de donner des cristaux; mais le dépôt, une fois commencé, s'accroît très rapidement. On obtient d'abord de l'iodure mercurique; ensuite, il se dépose un mélange d'iodure mercurique et de cristaux aplatis assez difficiles à séparer de

---

(¹) BOULLAY, *Annales de Chimie et de Physique*, t. XXXIV, 1827, p. 350.

(²) *Sur les liqueurs denses à base d'iodomercurates alcalins* (*Comptes rendus*, t. CXLI, p. 385).

l'iodure mercurique; par contre, une fois isolés, ils sont faciles à séparer de l'eau mère, en les plaçant sur une plaque de porcelaine dégourdie, la plus petite face reposant sur la plaque (analyses III et IV).

L'analyse montre qu'on a affaire au même sel, de formule

$$2NaI, HgI^2, 4H^2O.$$

	Trouvé.				
	I.	II.	III.	IV.	Calculé.
Sodium.......	5,51	5,52	5,51	5,55	5,569
Mercure......	24,75	24,88	24,20	24,38	24,213
Iode.........	61,80	61,76	61,97	61,91	61,501
Eau..........	»	»	»	»	8,718

Sa densité à 0° est voisine de 3.

Il est d'une déliquescence extrême. Il est probable que ces cristaux sont différents des aiguilles entrevues par Boullay, ce qui tient sans doute à la température ambiante relativement élevée à laquelle je les ai obtenus.

On sait en effet, depuis les travaux de M. Ditte, que la nature des produits qui peuvent prendre naissance dépend de la température ainsi que des proportions des corps réagissants.

Nouvel iodomercurate de baryum. — C'est à cette influence de la température qu'est due la production d'un nouvel iodomercurate de baryum.

J'ai abandonné à l'évaporation dans l'air sec, pendant les fortes chaleurs de l'été, une solution d'iodure mercurique dans l'iodure de baryum ayant la composition suivante : baryum, 12,45; mercure, 22,53; iode, 51,68; eau, 13,34.

Elle a laissé déposer d'énormes cristaux, très aplatis, d'une épaisseur de 1^{mm} à 2^{mm}; par contre les côtés atteignaient jusqu'à 2^{cm}.

Leur densité à 0° est voisine de 4; leur formule est

$$BaI^2, HgI^2, 5H^2O.$$

	Trouvé.		
	I.	II.	Calculé.
Baryum..............	14,39	14,53	14,645
Mercure..............	21,52	»	21,390
Iode..................	54,04	54,27	54,331
Eau..................	»	»	9,625

Les propriétés de ce sel sont à peu près les mêmes que celles des sels de baryum que j'ai décrits précédemment.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les borostannates alcalino-terreux; reproduction de la Nordenskiöldine.* Note de M. L. **Ouvrard**, présentée par M. Ditte.

Nos recherches sur les borates métalliques nous ont amené à essayer différents moyens d'obtenir les borostannates alcalino-terreux, dont il existe un composé naturel, la *Nordenskiöldine*, ou borostannate de calcium.

Le premier représentant de cette classe de corps formés de l'union d'une base et de deux acides, le sphène ou silicotitanate de calcium, avait été préparé par Hautefeuille([1]) en chauffant de la silice et de l'acide titanique avec un excès de chlorure de calcium; il en attribuait la formation à la réaction du chlorure de titane sur un silicate de chaux, et avait constaté que la vapeur d'eau le détruit assez rapidement, en donnant un silicate et un titanate de chaux.

De son côté, M. Léon Bourgeois ([2]) a réussi à obtenir un silicostannate de calcium, correspondant au sphène, en chauffant de la silice et du bioxyde d'étain dans le chlorure de calcium. Cet auteur a remarqué qu'au bout de peu de temps il se formait simplement un mélange de silice et de bioxyde d'étain cristallisés; tandis qu'une chauffe plus soutenue donnait un silicostannate, en prismes clinorhombiques, ne dépassant pas quelques centièmes de millimètre, et constituant une poudre d'un blanc éclatant; enfin, si l'action de la vapeur d'eau se prolongeait, il se faisait du stannate et du silicate de chaux.

Nous avons cherché à obtenir le borostannate de calcium par fusion, dans le chlorure de calcium, d'un mélange d'acide borique, ou de borate de chaux, avec du bioxyde d'étain. Ce procédé ne nous a rien donné de bien net : il se forme un chloroborate, soluble dans l'eau acidulée, et il reste un verre contenant tout l'oxyde d'étain, avec de l'acide borique. La porcelaine est fortement attaquée et une partie de la silice entre en combinaison. On peut, il est vrai, remédier à ce dernier inconvénient, en opérant dans le platine, et ayant soin toutefois d'éviter l'action réductrice des gaz du foyer.

Nous avons obtenu de meilleurs résultats en mélangeant, dans une nacelle de platine, un borate de chaux précipité, correspondant à peu près à la formule $CaO, 2B^2O^3$, avec une quantité insuffisante de bioxyde d'étain, provenant de la calcination d'acide métastannique. La nacelle, placée dans un tube de porcelaine, était chauffée au rouge blanc, pendant qu'on faisait

([1]) Hautefeuille, *Ann. de Chim. et de Phys.,* 4e série, t. IV, 1865, p. 155.

([2]) Léon Bourgeois, *Comptes rendus,* t. CIV, 1887, p. 231.

passer un courant très lent de gaz chlorhydrique. Au bout de trois quarts d'heure, on obtenait une masse fondue, opaque, couverte de lamelles d'apparence hexagonale qui, parfois, se séparaient du reste en se déposant sur les parties supérieures de la nacelle.

Par l'eau acidulée on les isolait et on les débarrassait d'autres produits cristallins, borates et chloroborates, solubles dans les acides étendus.

Ces lamelles constituent le borostannate $B^2O^3.SnO^2.CaO$ (¹); elles sont incolores, transparentes, difficilement fusibles, peu attaquables par l'acide chlorhydrique, même concentré. On peut rarement les obtenir complètement exemptes de bioxyde d'étain cristallisé, et il faut choisir de préférence, pour l'analyse, les cristaux qui se déposent sur la partie supérieure de la nacelle.

On peut obtenir le même produit exempt de bioxyde en faisant réagir la vapeur de tétrachlorure d'étain, entraînée par un courant d'air sec, sur du borate de chaux, porté au rouge vif, dans une nacelle de platine; les cristaux sont, dans ce cas, beaucoup plus nets et mieux formés. Voici leurs caractères cristallographiques, d'après l'examen qu'a bien voulu en faire M. de Schulten.

Ils se présentent en rhomboèdres basés, très aplatis suivant la base.

On observe les faces $a^1(0001)$ et $e^3(40\bar{4}1)$. L'angle des normales a^1e^3, mesuré au goniomètre, a été trouvé égal à 75°24′. Calculé au moyen de la valeur de l'axe c des cristaux naturels (DANA, *System of Mineralogy*) qui, d'après Brögger, est de 0,8221, cet angle est égal à 75°15′. Sur a^1 les reflets sont bons; la face e^3 donne de mauvaises images.

Les cristaux sont uniaxes, négatifs, comme le produit naturel. Ils sont incolores, transparents, à éclat vitreux, fragiles. Les plus grands atteignent $1^{mm},2$ de largeur sur $0^{mm},01$ d'épaisseur.

Ces caractères identifient ce composé avec la *Nordenskiöldine* découverte par Brögger, en 1887. Toutefois, d'après les analyses de Clève, le produit naturel, qui est toujours plus ou moins coloré en jaune, contient près de 1 pour 100 de zircone et laisse une perte au feu de 1,7 pour 100; ce qui tendrait à expliquer les différences de densité, qui sont 4,2 pour la *Nordenskiöldine*, d'après Clève, et 4,8 pour le composé artificiel à 15°, d'après les déterminations de M. de Schulten.

Les procédés que nous venons d'indiquer peuvent s'appliquer aussi, mais moins facilement, aux borates de strontium et de baryum. Par l'action de l'acide chlorhydrique, au rouge vif, on obtient quelques lamelles de

(¹) Calculé : B^2O^3, 25,10; SnO^2, 54,50; CaO, 20,40.
Trouvé : B^2O^3, 24,86; SnO^2, 54,18; CaO, 19,96.

borostannates, mêlées de nombreux cristaux de cassitérite aciculaire, souvent géniculée. Si l'on fait réagir le chlorure stannique, les résultats sont généralement meilleurs et permettent d'obtenir, à peu près purs, des produits identiques, comme forme cristalline et comme constitution chimique, au composé correspondant du calcium.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Influence de la température de déshydratation de l'albâtre sur la prise du plâtre obtenu.* Note de MM. E. **Leduc** et **Maurice Pellet.**

Quoique les expériences manquent pour déterminer l'influence de la température sur la prise du plâtre, il est courant d'entendre dire par les fabricants de plâtre que le plâtre déshydraté lentement prend lentement et que celui déshydraté avec rapidité prend rapidement; on prétend aussi que le plâtre déshydraté au-dessus de 300° à 350° ne manifeste plus aucune énergie de prise.

« Pour déshydrater le plâtre il ne faut pas le chauffer au delà de 204°, car alors il commence à perdre la propriété de se réhydrater. Quand le gypse a été soumis à une température de 300° à 350°, il cesse de reprendre son eau de cristallisation et ressemble au sulfate de chaux anhydre de la nature nommé *anhydrite,* qui ne peut donner de plâtre capable de se gâcher et de faire prise avec l'eau » (*Dictionnaire de Wurtz,* 2e partie, t. II, p. 1068).

Pour vérifier ces différentes opinions, nous avons déshydraté de l'albâtre, qui est un sulfate de chaux hydraté, à des températures variables et nous avons déterminé la courbe de prise à l'aide du prisomètre Périn.

Prisomètre Périn. — Le prisomètre Périn se compose d'un mouvement d'horlogerie actionnant une boîte de prise dans laquelle on place le plâtre gâché et un cylindre enregistreur portant un papier quadrillé. Un levier tournant autour d'un axe fixe porte à l'une de ses extrémités une plume réservoir à encre grasse et, à l'autre, l'aiguille de prise se déplaçant suivant une ligne verticale et supportant un plateau qu'on peut charger de poids. Une came commandée par le mouvement d'horlogerie règle la marche de l'aiguille; toutes les minutes elle tombe d'elle-même dans la masse gâchée et remonte lentement tandis que la plume suit sur le graphique une marche inverse. Lorsque l'aiguille se trouve à la partie supérieure de sa course, une autre came fait tourner d'un certain angle la boîte de prise et le cylindre. Immédiatement après cette rotation l'aiguille retombe et l'opération se poursuit ainsi par chutes successives.

Pour chaque essai, la température maximum à laquelle nous voulions

soumettre l'albâtre a été maintenue pendant 2 heures au minimum jusqu'à poids constant.

Pour les températures de 120° et 250°, nous nous sommes servis d'une étuve à huile. L'essai de déshydratation à la température de 450° a eu lieu dans un bain de plomb et les essais à température supérieure ont eu lieu, soit dans un four électrique à résistance de nickel, soit dans un four à gaz dont la température était rigoureusement maintenue. Pour tous les gâchages, nous avons employé 85 pour 100 d'eau, ce qui nous a semblé donner une pâte normale.

Les courbes de prise nous montrent : température de déshydratation 120°, le commencement de la prise n'a lieu qu'à la huitième minute, la fin ayant lieu vers la seizième minute; température de déshydratation 250°, donne une prise beaucoup plus rapide, dont le début et la fin ont lieu respectivement aux quatrième et sixième minutes; température de déshydratation 450°, si le commencement de prise est rapide (quatrième minute) on constate un retard considérable pour la fin de prise; en effet, au bout de 5 heures 30 minutes, l'aiguille du prisomètre pénètre encore de 2^{mm} environ dans la masse.

Pour les essais de déshydratation ci-après on a noté, à différents intervalles de temps, la température de la masse d'albâtre :

Température de déshydratation : 600°. Masse déshydratée : 100^g.

Température de la masse après	5	minutes	110°
»	15	»	350
»	30	»	550
»	45	»	600

La masse est restée 1 heure à 600°. Le produit gâché dans les conditions indiquées plus haut a donné une masse très dure le lendemain.

Température de déshydratation : 500°. Masse déshydratée : 100^g.

Après	5	minutes	110°
»	10	»	500°

La masse est restée 1 heure à 500°. Le produit gâché a donné une masse très dure le lendemain.

A 650°. Masse déshydratée : 100^g.

Après	1	heure	15	minutes	250°
»	1	»	30	»	450
»	1	»	45	»	650

La masse est restée 1 heure à 650°. Le produit gâché n'a donné aucune prise même après plusieurs jours.

A 700°. Masse déshydratée : 100g.

Après	5 minutes	....	110°
»	10 »	....	450
»	15 »	....	700

La masse est restée 1 heure entre 700° et 720°. Le produit gâché n'a donné aucune prise même après plusieurs jours.

A 800°. Masse déshydratée : 100g environ.

Après	5 minutes	....	110°
»	7 »	....	150
»	10 »	....	250
»	20 »	....	800

La masse est restée 1 heure à 800°. Le produit gâché n'a donné aucune prise, même après plusieurs jours.

A 1185°. Masse déshydratée : 2kg environ.

Après	1 h. 10 min....	110°	(la fournette étant au rouge	sombre)
»	1 h. 40 min....	150	»	vif
»	3 h. 25 min....	1120	»	vif
»	3 h. 40 min....	1150	»	vif
»	3 h. 55 min....	1175	»	vif
»	4 h. 10 min....	1185	»	vif
»	5 h. 40 min....	1185	»	vif

Sous l'influence de la cuisson, la poudre a donné une masse friable affectant la forme du creuset. Pulvérisée le lendemain au tamis de 900 mailles par centimètre carré et gâchée, elle ne prend pas, même après plusieurs jours.

Élévation de la température pendant la prise d'albâtre déshydraté à 250°.

Température du laboratoire : 24°,5.
Température de l'eau employée : 20° (85 pour 100).

Après	2 min.	....	29°	Après	3 min. 40 sec.	....	31°,5
»	2 » 15 sec.	....	30	»	4 » 15 »	....	32
»	2 » 40 »	....	30,5	»	4 » 35 »	....	32,5
»	3 » 5 »	....	31	»	4 » 50 »	....	33

Après	5 min.	15 sec.	33°,5		Après	7 min.	50 sec.	38°
»	5 »	35 »	34		»	8 »	30 »	39
»	5 »	50 »	34,5		»	8 »	50 »	40
»	6 »	10 »	35		»	9 »	30 »	41
»	6 »	30 »	35,5		»	10 »	»	42
»	6 »	50 »	36		»	10 »	50 »	43
»	7 »	10 »	36,5		»	11 »	50 »	44
»	7 »	25 »	37		»	12 »	30 »	44,5

Notons que pour cette détermination le thermomètre était plongé dans la masse, au centre de la boîte de prise et légèrement enduit de vaseline. Il n'y a pas eu de compression sur le réservoir du thermomètre, qui s'est retiré très facilement du gâteau.

La prise de l'albâtre, déshydraté à 450°, n'a pas donné lieu à une élévation sensible de température.

BOTANIQUE. — *Sur les causes de l'apparition des formes dites anomales.* Note de M. **P. Vuillemin**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Lorsqu'on vient à couper au ras du sol diverses essences forestières, les rejets de souche portent un grand nombre de feuilles ascidiées. M. Blaringhem, ayant fait (¹) de telles observations sur les *Tilia silvestris, Corylus Avellana, Acer, Fraxinus,* etc., en conclut que le traumatisme produit des feuilles en cornet, de même qu'il joue, suivant le même auteur (²), un rôle important dans l'apparition d'autres anomalies.

Il existe évidemment une relation entre le recépage et l'apparition des formes exceptionnelles de la végétation. Mais cette relation n'est pas simple et uniforme ; elle se fait même sentir sur les plantes qui croissent à côté des arbustes taillés ; nous avons signalé (³) par exemple, dans des coupes récentes, de véritables « épidémies » de *Viola alba* à deux éperons.

Pour nous en tenir à l'apparition des ascidies, elle est particulièrement abondante sur les plantes recépées et il est légitime d'invoquer le traumatisme comme cause. Mais ce n'est, croyons-nous, qu'une cause occasion-

(¹) *Comptes rendus,* 25 juin 1906.
(²) *Société de Biologie,* 3 juin 1905.
(³) *Bulletin de la Société des Sciences de Nancy,* 1894.

nelle, suppléée, dans d'autres circonstances, par des causes différentes et agissant diversement selon l'espèce considérée.

Sous l'influence d'un même traumatisme, telle espèce ne présente pas d'ascidies, telle autre en montre un grand nombre sur les rameaux auxquels la mutilation confère un excès de vigueur, d'autres enfin en forment de préférence sur les pousses frappées d'une atrophie compensatrice.

Pour nous rendre compte de l'influence de l'espèce sur l'apparition des ascidies en présence d'une même cause occasionnelle, celle-là même que M. Blaringhem nous signale comme productrice de feuilles en cornets, nous avons récolté dans une même coupe (futaie de Blénod-lès-Toul), le même jour (26 août 1904), des rameaux portant des feuilles ascidiées, sur des rejets de *Corylus Avellana*, *Tilia platyphylla* et *Ulmus campestris*.

Les ascidies de *Corylus* et de *Tilia* se montrent surtout sur les rejets vigoureux et fréquemment sur les feuilles supérieures.

Le lot d'*Ulmus* diffère notablement des précédents. Sur 19 rameaux portant ensemble 55 feuilles ascidiées à divers degrés, 6 présentent en outre, sur 16 feuilles, une seconde anomalie consistant en une ramification du limbe. L'étude de la répartition des feuilles anomales nous révèle des différences dans les conditions d'apparition de chaque anomalie. Les 10 rameaux les plus chétifs portent exclusivement des ascidies. Sur les 9 rameaux dont le plus grand limbe mesure de 9^{cm} à 17^{cm}, 6, les deux tiers ont à la fois ascidies et ramification du limbe.

Les feuilles ascidiées varient de $1^{cm},5$ à 16^{cm}. Donc la production des ascidies est indépendante de la vigueur des feuilles. Toutefois les ascidies sont plus fréquentes sur les feuilles chétives. La feuille inférieure, toujours réduite, est ascidiée 18 fois sur 19 rameaux et porte souvent l'ascidie la plus accentuée.

Les feuilles ramifiées adultes variant de $7^{cm},5$ à 14^{cm}. 4 pousses sur 6 ont une ramification à la feuille terminale, les 2 autres à l'avant-dernière ; aucune n'a de ramification à la feuille inférieure.

Les rameaux portant à la fois les deux anomalies montrent souvent un antagonisme frappant entre le développement des ascidies et celui des ramifications. Sur 6 rameaux, un seul fait exception.

Le traumatisme qui provoque l'apparition d'anomalies aussi disparates ne saurait être envisagé comme un agent tératogénique direct. En modifiant la vigueur des rameaux, il amène la manifestation de caractères qui restent latents sur les pousses développées dans les conditions les plus communes et qui sont des caractères spécifiques rares plutôt que des anomalies au sens propre du mot.

Si nos diagnoses spécifiques étaient complètes, au lieu d'indiquer seulement la *forme moyenne* que nous sommes convenus d'appeler la *forme typique*, nous dirions que les feuilles d'Orme sont le plus souvent planes et

simples, parfois ramifiées, plus rarement ascidiées, que les feuilles de Noisetier et de Tilleul sont planes ou parfois ascidiées.

Le traumatisme, en créant un excès de vigueur, amène l'apparition des formes les moins exceptionnelles, telles que les feuilles ramifiées chez l'Orme, les feuilles ascidiées chez le Tilleul et le Noisetier. Le même traumatisme, en provoquant secondairement l'atrophie de certains rameaux et de certaines feuilles, entraîne la réalisation plus rare des ascidies chez l'Orme.

La cause déterminante de ces formes rares est donc complexe comme celle des caractères spécifiques. La méthode expérimentale, maniée avec beaucoup de sagacité par M. Blaringhem, nous renseigne, et cette donnée a son prix, sur des causes occasionnelles qui, en écartant la plante des conditions habituelles de la végétation, favorisent le développement des formes spécifiques relativement insolites.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur les échanges gazeux d'une plante verte développée à la lumière en inanition de gaz carbonique, dans un sol artificiel amidé.* Note de M. **Jules Lefèvre**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Il y a un an ([1]) j'ai montré la possibilité de faire développer des plantes vertes en inanition de gaz carbonique dans un sol convenablement amidé.

Plus tard j'ai précisé la nature et les conditions de ce développement. Non seulement les plantes, cresson, basilic, capucine, croissent et multiplient leurs organes, mais leur poids sec augmente ([2]) jusqu'à tripler ou quadrupler sa valeur primitive.

J'ajoute que la lumière est nécessaire et qu'à l'obscurité les plantes dépérissent en diminuant rapidement leur poids sec ([3]).

([1]) J. Lefèvre, *Sur le développement des plantes vertes à la lumière en l'absence complète de* CO^2, *dans un sol artificiel amidé* (*Comptes rendus*, 17 juillet et 23 octobre 1905).

([2]) J. Lefèvre, *Sur l'accroissement de poids sec...* (*Comptes rendus*, 20 novembre 1905).

([3]) J. Lefèvre, *Premiers essais sur l'influence de la lumière...* (*Comptes rendus*, 11 décembre 1905). — *Épreuve générale sur la nutrition amidée...* (*Comptes rendus*, 29 janvier 1906).

Ces résultats sont clairs. Ils prouvent l'existence à la lumière d'une synthèse amidée, d'un travail qui paraît essentiellement chlorophyllien.

Mais ce travail s'accompagne-t-il, comme l'assimilation chlorophyllienne normale, d'un dégagement d'oxygène? C'est ce qu'il faut savoir.

Dans ce but je prépare trois pots, A, B, C.

Après stérilisation, chacun de ces pots reçoit un mélange de sable de mer tamisé, lavé aux acides, calciné, et de mousse stérile hachée.

Aux terres de A et de B on ajoute un aliment minéral (formule de Detmer) et un aliment amidé composé de : tyrosine $0^g,05$; glycocolle $0^g,3$; alanine, $0^g,3$; leucine $0^g,02$.

La terre de C ne contient que l'aliment minéral.

Dans les trois pots on sème quarante graines de cresson.

On sait ([1]) que la mise sous cloche n'est possible qu'après une première phase de développement à l'air libre. Cette phase dure 1 mois. Pendant ce temps les cultures sont abritées sous cristallisoirs, permettant le renouvellement de l'air, mais recouverts d'une double enveloppe de tulle à mailles fines.

Un mois plus tard, les trois lots ont atteint 6^{cm}. Chaque plantule possède 4 belles feuilles et 2 feuilles naissantes. Le poids sec de 10 plantules est de $0^g,12$.

On met alors les lots sous cloche en présence d'une large solution concentrée de baryte. Les cloches, exactement lutées avec suif sur dalles de verre dépoli, peuvent garder une variation de pression de plusieurs centimètres d'eau.

Des tubes convenables permettent des prises de gaz pour l'analyse.

Voici la marche et les résultats de ces épreuves sous cloche :

Résultats du témoin C. — Privé d'amides, malgré la lumière, ce lot ne se développe pas. Après 15 jours de cloche, le poids sec de 10 plantules est tombé à $0^g,1$. L'analyse des gaz montre, jour et nuit, une faible respiration.

Résultats du lot A. — Ce lot amidé, alimenté fréquemment d'oxygène, exposé à la lumière diffuse intense, se développe régulièrement, produit une tige robuste et de nombreuses feuilles. Après 3 semaines de cloche, le poids de 10 plantules atteint $0^g,3$. C'est le triple du poids sec initial avant la mise sous cloche.

Pendant toute la durée de ce développement, l'analyse de l'atmosphère prouve qu'il y a eu sans cesse *absorption d'oxygène*.

([1]) Voir ma Note du 17 juillet 1905.

Voici, comme exemple, une analyse faite en pleine période de développement :

Analyse du 22 juin, 7^h du matin, sur 100^cm³.	après KOH	100
	après hydrosulfite	75,3 (¹)
Analyse du 22 juin, 7^h du soir.	après KOH	100
	après hydrosulfite	75,9
Analyse du 24 juin, 7^h du matin.	après KOH	100
	après hydrosulfite	77,2

Ces analyses prouvent deux choses : l'inanition constante de CO^2 et l'absorption *continue* de l'oxygène par les plantes.

Résultats du lot B. — Cultivé sous cloches en sol amidé, et laissé d'abord à la lumière, ce lot se développe régulièrement.

Puis on le met à l'obscurité : à ce moment le poids sec des 10 plantules atteint $0^g,18$.

Après une semaine d'obscurité tout est flétri et les 10 plantules ne pèsent plus que $0^g,125$.

Comme on devait s'y attendre, l'analyse révèle l'existence constante de la respiration.

Conclusion. — En inanition de CO^2, mais en *sol amidé*, une plante verte peut se développer à la lumière et tripler son poids sec, *sans qu'il y ait dégagement d'oxygène.*

Pendant toute la durée du développement l'analyse ne révèle pas autre chose qu'un phénomène de respiration.

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Action des rayons X sur l'ovaire de la chienne.* Note de M. **Roulier**, présentée par M. Bouchard.

Presque à la même époque, en février 1905, le Dr Halberstædter, de Breslau, MM. Bergonié, Tribondeau et Récamier, de Bordeaux, ont montré que les rayons X pouvaient, à des doses faibles, déterminer chez des lapines l'atrophie de l'ovaire.

(¹) Pour absorber l'oxygène j'emploie le lavage du gaz à l'hydrosulfite de sodium qui permet des analyses d'une extrême rapidité et ne s'altère que lentement. Il y a lieu seulement de faire un dernier lavage dans la solution de KOH, pour absorber SO^2 dégagé par l'hydrosulfite.

Nous avons repris ces expériences sur des chiennes, animaux volumineux, résistants, se rapprochant davantage de l'homme.

Technique. — Fixation des animaux sur le dos et exposition deux par deux. La région de l'ovaire, d'un côté, était seule à découvert. Distance de l'anticathode à la peau : 12^{cm}. Rayons n°s 5 ou 6. Durée des expositions quotidiennes : 15 à 20 minutes, jusqu'à l'obtention de la teinte 5 H sur la pastille radiométrique de MM. Sabouraud et Noiré. Étincelle équivalente : 8^{cm}.

Première chienne. — 13 expositions en 15 jours. Dès la huitième séance, alors qu'aucun signe d'alopécie ou de radiodermite n'était apparu, l'animal refusa toute nourriture et présenta un peu de diarrhée. Les symptômes intestinaux allèrent sans cesse en s'aggravant et, 3 jours seulement après la dernière séance, la bête, presque mourante, fut achevée par le chloroforme.

Résultats macroscopiques. — A l'autopsie, on constata que tous les organes étaient sains; sur l'ovaire on apercevait de nombreux follicules de de Graaf, les uns superficiels, les autres plus profonds. Leur aspect et leur nombre étaient identiques. Aucune différence de poids notable.

Résultats microscopiques. — Fixation par le liquide de Flemming. Coloration au bleu de Unna et à la safranine. Coupes sériées.

Les nombreuses préparations microscopiques examinées par M. Retterer ne permirent de constater aucune altération. La limitante et la couche proligère étaient normales; avec un très fort grossissement on constatait que les noyaux et le protoplasma des cellules étaient parfaitement conservés. L'ovule était intact au niveau des différentes sections.

Deuxième chienne. — 25 séances en 29 jours. L'alopécie apparut après la quinzième séance suivie bientôt d'une radiodermite intense. Très mauvais état général : perte de l'appétit, amaigrissement, diarrhée. L'animal fut sacrifié 10 jours après la vingt-cinquième séance.

Résultats macroscopiques et microscopiques. — Ils furent exactement les mêmes que ceux obtenus sur la première chienne.

Troisième chienne. — 12 séances en 15 jours. L'alopécie apparut 5 jours après la cessation des rayons; une profonde radiodermite lui succéda; elle ne cessa de s'étendre en profondeur pendant les deux mois durant lesquels l'animal fut mis en observation. Au bout de ce temps la bête fut sacrifiée; à l'autopsie on ne constata aucune altération des organes thoraciques et abdominaux. Aucune différence ne fut notée entre les deux ovaires et l'examen microscopique ne dénota rien d'anormal.

A la suite de ces résultats négatifs chez la chienne, nous avons repris les mêmes expériences sur des lapines.

Trois femelles furent donc soumises à l'action des rayons X pendant 15 jours. Séances quotidiennes prolongées jusqu'à l'obtention de la teinte 5 H. Rayons n° 6. Les animaux furent sacrifiés 15 jours après la dernière séance.

Résultats. — Les ovaires exposés étaient très petits et ne renfermaient aucune vésicule de de Graaf. Leur coloration était jaune pâle. Au microscope on constatait que tous les follicules étaient détruits. L'espace laissé vide par leur disparition était remplacé par une masse hyaline. A certains endroits on assistait à une transformation du tissu épithélial en tissu conjonctif.

Enfin une troisième série d'expériences fut entreprise dans le but de rechercher si les lapines, après l'irradiation des ovaires, pouvaient encore être fécondées.

Les animaux dont tout le ventre était exposé aux rayons présentèrent de bonne heure des symptômes intenses de diarrhée infectieuse et moururent dans le collapsus au bout de quatre, six et huit expositions (séances quotidiennes; dose, 5 H).

Devant cette impossibilité d'atteindre les deux ovaires par une irradiation de tout l'abdomen sans faire périr l'animal, les expériences ne furent pas reprises. A l'autopsie, on constata des lésions d'entérite. Les ovaires étaient très petits et ne renfermaient qu'un très petit nombre de follicules.

Ces résultats différents obtenus sur la chienne et sur la lapine ne sont pas aussi contradictoires qu'ils le paraissent. En nous plaçant dans des conditions biologiques différentes, nous devions obtenir des résultats différents. Chez la lapine, les glandes génitales sont fort actives, constituées par des cellules jeunes en voie de développement. La paroi abdominale est mince, peu musclée, se laissant facilement traverser par des rayons mous; chez la chienne, l'ovaire est une glande moins active, bien protégée contre l'action des rayons X par son enveloppe immédiate, par la paroi abdominale très épaisse et bien musclée, par l'intestin renfermant des matières plus opaques que celui de la lapine.

Nous avons tenu à avoir la confirmation expérimentale de ces conclusions; dans ce but, nous avons placé une première pastille radiométrique sur l'ovaire d'une lapine et une deuxième sur l'ovaire d'une chienne; une troisième était fixée à moitié de distance de l'anticathode à la peau, soit 0,075. Rayons n°s 6 ou 7.

Dans ces conditions on constata que, pour obtenir un très léger virage de la pastille située devant l'ovaire de la chienne, il fallait faire virer à la teinte 5H cinq pastilles témoins (à 0,075 de l'anticathode).

Cependant la pastille placée devant l'ovaire de la lapine virait à la teinte échantillon.

Nous avons répété cette expérience sur un cadavre de femme.

Rayons n°s 8 ou 10. Tandis que la pastille témoin virait cinq fois à la teinte 5H, la pastille placée devant l'ovaire conservait sa teinte initiale.

Conclusions. — Les rayons X ont une action élective sur l'ovaire en tant que glande active à rénovation cellulaire intense. L'atrophie peut être facilement obtenue chez les très petits animaux sans production d'alopécie. Elle est très difficile à obtenir chez la chienne malgré la production de graves lésions de la peau. Elle est très vraisemblablement impossible à déterminer chez la femme puisque des rayons n° 10 ne parviennent pas à modifier la teinte d'une pastille radiométrique placée devant l'ovaire d'un cadavre de femme.

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Nagana expérimental. Sur les variations du nombre des trypanosomes dans le sang du chien. Trypanolyse intravasculaire et pouvoir trypanolytique du sérum.* Note de MM. **A. Rodet** et **G. Vallet**, présentée par M. A. Chauveau.

Dans une Note récente communiquée à l'Académie, MM. G. Roux et Lacomme signalent une tentative de traitement du Nagana expérimental du chien au moyen d'injections d'extrait de rate de bœuf. Nous-mêmes, dès nos premières constatations sur la destruction des trypanosomes dans la rate, avions tenté de traiter des rats avec un extrait de rate de chien infecté, cela sans succès. Sans contredire la signification de l'expérience de MM. Roux et Lacomme, nous voulons attirer l'attention sur un phénomène qui risque d'induire les observateurs en erreur, lorsque de telles expériences sont faites sur le chien : nous voulons parler des chutes que l'on peut observer dans le nombre des trypanosomes présents dans la circulation, indépendamment de toute introduction de matière étrangère.

Laveran et Mesnil ont signalé les oscillations que peut présenter, chez les sujets de cette espèce, le nombre des parasites. Chez nos chiens, ce n'est que dans un petit nombre de cas que nous avons observé l'augmentation progressive des trypanosomes jusqu'à la mort : le plus souvent, nous avons vu ce nombre, après un maximum, s'abaisser, parfois à deux reprises dans le cours de la maladie; la plupart de nos sujets sont morts avec des parasites bien moins abondants dans le sang qu'à un stade moins avancé de l'infection. Ce que nous voulons surtout faire remarquer, c'est l'intensité et la brusquerie que présente parfois le phénomène : il arrive que le microscope ne permet de déceler dans le sang d'un sujet que des trypanosomes extrêmement rares ou même que la recherche reste totalement négative, alors que la veille l'infection san-

guine était considérable. Il s'agit là de véritables crises de disparition des parasites, comme on en observe dans certaines infections spirillaires.

Tous les observateurs ont noté l'altération rapide des trypanosomes après la mort des sujets infectés. Pour nous, ce n'est pas là seulement un phénomène cadavérique : c'est l'accentuation d'un processus qui débute pendant la vie. Plusieurs fois, nous avons pu saisir sur le fait la désintégration des trypanosomes dans les vaisseaux, à une période très avancée de la maladie, soit chez le rat, soit surtout chez le chien. D'autre part, par de nombreux essais *in vitro*, nous nous sommes assurés que ce phénomène était en rapport avec une propriété trypanolytique acquise par le sang : cette propriété est très accusée dans le sérum du rat arrivé au terme de l'infection; elle peut être également très marquée dans le sérum de chien, en cours d'infection, surtout à la suite des phases de grande richesse du sang en parasites.

Il paraît d'après cela légitime d'attribuer les chutes brusques dans le nombre des trypanosomes du sang, chez le chien, *à des crises de trypanolyse intra-vasculaire en rapport avec une propriété trypanolytique du sang*.

La trypanolyse intra-vasculaire, tardive ou intermittente, pas plus que la trypanolyse incessante dans les organes, ne suffit d'ailleurs à sauver l'animal. Chez le chien cependant, les crises de trypanolyse paraissent avoir pour effet de prolonger la maladie : elles témoignent de la défense de l'organisme; mais, de même que le processus de destruction dans les organes, c'est une défense insuffisante.

A 3 heures et demie l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

G. D.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 AOUT 1906.

PRÉSIDÉE PAR M. BOUQUET DE LA GRYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ÉCONOMIE RURALE. — *L'irrigation et la perméabilité des sols.* Note de MM. **A. Müntz** et **L. Faure**.

L'eau est le facteur essentiel de la production végétale. La prospérité agricole d'un pays est dans un rapport étroit avec sa distribution et là où elle manque les sols les plus riches en principes nutritifs sont voués à la stérilité. Celle qui est apportée par les pluies est souvent trop peu abondante; plus souvent encore répartie sur les époques où la végétation n'en peut pas profiter. Les irrigations ont pour but de la fournir en quantité suffisante et aux moments favorables. On sait les résultats qu'elles donnent; elles peuvent doubler et tripler les récoltes et même transformer en terrains fertiles les sols improductifs. Ce n'est pas seulement dans les régions méridionales que leur efficacité se manifeste; dans le Nord on en tire également un parti très avantageux.

La France est un des pays les mieux dotés en ressources hydrauliques et dans lequel l'arrosage donne les meilleurs résultats; elle est cependant en retard sur certaines nations voisines. A quoi cela tient-il et quels sont les moyens à employer pour amener notre agriculture dans la voie féconde de l'utilisation de l'eau? C'est là une question des plus importantes pour l'avenir agricole de notre pays.

Un grand nombre de raisons ont été mises en avant pour expliquer la lenteur du développement des irrigations en France.

On a invoqué en particulier l'ignorance des cultivateurs, leur manque

de discipline, la complication et la lenteur des formalités administratives, l'insuffisance de notre législation sur les eaux et les syndicats hydrauliques, le morcellement exagéré du sol, l'absence de crédit agricole foncier, etc.., Toutes ces raisons sont exactes. Ces difficultés se présentent notamment dans l'exécution des petites entreprises poursuivies par des cultivateurs isolés ou des unions de cultivateurs, en vue de l'utilisation des nombreux petits cours d'eau qu'on rencontre dans les vallées secondaires. L'esprit d'association, qui s'est si largement développé dans d'autres branches de l'agriculture, commence toutefois à se manifester dans cette voie et d'assez nombreux syndicats pour l'utilisation de l'eau ont été déjà formés. Ce mouvement prendrait, à n'en pas douter, une plus grande extension si les entraves que nous venons d'énumérer venaient à disparaître.

Pour les grands canaux, où l'on doit aller chercher l'eau à distance, aux difficultés précédentes viennent s'ajouter la nécessité de se procurer des capitaux importants et la répugnance des cultivateurs à consentir des souscriptions à long terme. Il convient encore de citer la façon dont on a le plus souvent compris ces entreprises.

La construction de ces canaux a été abandonnée à l'industrie privée et ils ont été en général établis, avec l'aide de subventions de l'État, par des syndicats de propriétaires ou des concessionnaires. Or, si les syndicats sont susceptibles de donner d'admirables résultats pour les entreprises de petite étendue, ils réussissent difficilement dans les grands travaux, où les intérêts des cultivateurs sont trop divergents pour leur permettre d'apporter l'unité de vues nécessaire. L'exécution par des compagnies concessionnaires n'a également conduit qu'à des résultats peu satisfaisants.

Les grands canaux d'irrigation, destinés à porter les eaux sur de vastes territoires, souvent très éloignés de leur prise, sont en effet des entreprises qui ne peuvent donner de bénéfices qu'à une échéance lointaine. D'une part, les travaux d'amenée de l'eau sur le terrain nécessitent le plus souvent la création de longues têtes mortes, qui grèvent lourdement le prix de revient de cette eau. De l'autre, dans les régions où l'on introduit ainsi l'arrosage, le développement de cette pratique agricole ne peut se faire qu'avec une très grande lenteur. La substitution, à la culture ordinaire, de la culture arrosée — à part peut-être celle de la prairie permanente — exige en effet une transformation complète des habitudes des cultivateurs, la modification du mode de culture et d'exploitation du sol, une instruction plus étendue chez les exploitants et une mise de fonds plus considérable. Dans ces conditions, il est impossible que les grands travaux d'irrigation soient immédiatement rémunérateurs et, par suite, les sociétés financières qui les entreprennent sont condamnées à une ruine presque certaine.

C'est donc l'État qui seul peut entreprendre les grands canaux d'arro-

sage, sous réserve toutefois du concours financier des intéressés de toute nature. Seul, il a la possibilité de faire les avances nécessaires pour attendre le moment où les entreprises deviennent rémunératrices. N'en retirât-il d'ailleurs qu'un faible revenu direct, ses bénéfices indirects sont tellement considérables qu'ils suffisent, même sans tenir compte de l'intérêt général résidant dans l'accroissement de la richesse publique, à justifier son intervention. Les données établies par la Commission supérieure pour l'Aménagement des Eaux, instituée en 1878 par M. de Freycinet, montrent en effet que la plus-value des terrains arrosés donne, en général, un accroissement de droits de mutation égal à 8^{fr} par hectare et que leur augmentation de revenu annuel fournit une perception de 12^{fr}. Dans certains cas, les chiffres sont bien plus élevés encore.

Le principe de l'établissement par l'État des grands canaux d'arrosage est aujourd'hui admis par la plupart des ingénieurs et des agronomes qui se sont occupés de la question. On sait, au reste, que c'est surtout à ce système que l'Italie doit la prospérité de ses irrigations et que c'est à lui qu'ont abouti les Anglais, pourtant peu suspects d'entraver l'initiative privée, aux Indes et en Égypte.

L'adoption des principes précédents dans notre pays donnerait certainement à la pratique de l'irrigation une impulsion nouvelle, surtout si les eaux, qui représentent pour le cultivateur une dépense en argent considérable, pouvaient être réparties suivant les besoins réels des sols et la plus-value qu'ils retirent de l'arrosage. De là l'idée nous est venue de chercher à proportionner le volume d'eau fourni à la nature du terrain qui l'utilise.

Pour déterminer ce volume nous avons étudié le facteur qui influe le plus sur la quantité d'eau que peut et que doit recevoir une terre : sa perméabilité, c'est-à-dire sa faculté de se laisser traverser par l'eau avec une rapidité plus ou moins grande. Si l'on ne prend pas cette perméabilité pour guide, on risque d'imposer à certains sols compacts une charge pécuniaire trop lourde, en même temps qu'une quantité d'eau qui leur sera nuisible. On s'expose, d'un autre côté, à donner à des sols perméables moins d'eau qu'il n'est nécessaire pour leur faire produire le maximum de rendement.

Nous avons donc cherché à mesurer le degré de perméabilité des terres et à les classer suivant leurs besoins en eau.

L'examen de ces terres, au laboratoire, par les diverses méthodes d'ana-

lyse physique, ainsi que par les méthodes spéciales usitées dans divers pays pour déterminer cette perméabilité, ne nous a donné que des résultats correspondant imparfaitement aux indications de l'observation du terrain.

Nous avons alors cherché une méthode d'appréciation plus sûre. Elle consiste à mesurer sur place, à l'aide d'un dispositif approprié, la rapidité avec laquelle l'eau s'infiltre dans le sol. Ce dispositif consiste essentiellement en un cylindre de tôle d'acier, qu'on enfonce à une certaine profondeur et dans lequel on maintient une hauteur d'eau constante. La quantité qui s'écoule en un temps donné, une fois le régime permanent d'écoulement dans le sol établi, c'est-à-dire au moment où l'on peut faire abstraction des conditions primitives variables que le sol présente, permet d'établir un classement de perméabilité. Ce procédé, qui s'est trouvé d'accord avec les observations culturales, nous a permis de constater, dans des terrains qui semblaient au premier abord se ranger dans des catégories analogues, des différences extrêmement grandes et tout à fait inattendues. C'est ainsi que, dans diverses terrasses d'alluvions de la Garonne, desservies par un canal d'irrigation et dans lesquelles l'arrosage donne des résultats culturaux différents, nous avons trouvé des degrés de perméabilité exprimés par les chiffres suivants :

	Hauteur d'eau écoulée par heure.
	cm
Plaisance	0,5
Cugnaux	3,8
Villeneuve	10,5

L'explication des différences obtenues dans la pratique ressort clairement de ces chiffres.

Dans les terrasses d'alluvions de l'Ariège, où des projets d'irrigation sont à l'étude, nos observations ont donné les chiffres suivants :

	Hauteur d'eau écoulée par heure.
	cm
Las Rives (terrasse supérieure)	0,5
Pamiers (prairies)	3,5
Pamiers (autres prairies)	16,8
Mas Saint-Antonin	25,2
Verniolles	26,4
Las Rives (terrasse inférieure)	39,0

Des observations analogues qu'a bien voulu faire, à notre demande, M. Albert Michel-Lévy, dans la plaine du Forez, ont donné :

	Hauteur d'eau écoulée par heure.
Le Cerisier	68^cm
Le Port	30
L'Hermitage	33,3
Verneuil	60

Nous constatons donc dans des sols qu'on serait porté à regarder comme identiques, étant donnée leur formation géologique, une très grande variation dans la perméabilité.

Les premières observations, obtenues par une méthode encore imparfaite, mais que nous avons perfectionnée depuis, devront être étendues. Elles méritent cependant qu'on s'y arrête, car elles montrent un fait dont les conséquences pratiques sont importantes : celui des écarts considérables existant entre la perméabilité de divers sols en apparence analogues, écarts qu'on doit s'attendre à trouver bien plus grands encore dans des terrains dissemblables, comme certains sables grossiers d'une part et certaines argiles, de l'autre. Ceci entraîne, en ce qui concerne l'irrigation et, en particulier, la création et l'exploitation des grands canaux d'arrosage, des conséquences intéressantes.

Le volume d'eau nécessaire à l'arrosage dépend du climat, de la nature des cultures, de celle du sol et du sous-sol, du système d'irrigation employé, de la configuration du terrain, etc. Il s'exprime d'ordinaire en litres et se mesure par un chiffre représentant le débit continu fictif par seconde qui équivaut au débit réel alternatif employé pour chaque irrigation pendant la saison d'arrosage.

Dans les irrigations arrosantes, les seules dont nous nous occupions ici, celui de ces facteurs dont on tient le plus grand compte est ordinairement la nature des cultures. Le volume d'eau employé varie, en effet, de $0^l,04$ à $0^l,15$ par hectare et par seconde pour les céréales à $2^l,5$ pour les jardins. Mais ce sont là les chiffres extrêmes correspondant à des cultures spéciales.

D'une manière générale, on admet en grande culture que la quantité d'eau nécessaire à l'irrigation d'un hectare correspond en moyenne au débit continu de 1^l par seconde. Ce dernier chiffre est ordinairement pris pour base dans les contrats passés soit entre l'Etat et les Compagnies d'irrigation, soit entre celles-ci et les agriculteurs.

Or nos expériences montrent qu'on n'a pas jusqu'ici attaché une importance suffisante à la question de la perméabilité et que, si le volume de 1^l par hectare arrosable peut, dans bien des cas, être pris pour base du débit à donner aux canaux principaux, on ne saurait en général, au moins pour un périmètre un peu étendu, le considérer comme la quantité à fournir uniformément à chaque unité de surface.

Par exemple, dans la plaine de l'Ariège, nous avons trouvé à côté l'une de l'autre deux natures de terrains nettement tranchées; les uns très perméables, laissant très facilement filtrer les eaux, se ressuyant avec une grande rapidité; les autres, au contraire, formés de terres battantes constituées surtout par du sable fin qui, sous l'action des eaux, rend le sol à peu près imperméable. Entre ces deux extrêmes se placent des terres de perméabilités intermédiaires. Il est donc irrationnel de donner à ces divers sols le même volume d'eau.

Il suit de là que le mode actuel de distribution et de vente des eaux d'arrosage, qui conduit, en réalité, à en employer dans tout le périmètre d'un canal le même volume pour la même surface, est défectueux. A ce mode de distribution il conviendrait, à l'avenir, de substituer un autre système assez souple pour permettre à chaque cultivateur de souscrire pour la quantité d'eau dont il a réellement besoin et de l'utiliser à sa guise. Ce système est d'ailleurs déjà usité en quelques endroits : c'est celui de la vente au volume, sans spécification de l'emploi du volume souscrit sur une surface déterminée.

Au point de vue économique, les avantages de ce dernier système paraissent incontestables. Il arrive en effet le plus souvent, et c'est précisément le cas pour les terrains de l'Ariège, de la Haute-Garonne et du Forez, sur lesquels ont été faites nos expériences, que les sols les moins perméables sont, en même temps, ceux de moindre valeur, ne pouvant porter que les cultures irriguées les moins rémunératrices, comme la prairie naturelle. Ces terrains ne peuvent donc supporter des taxes aussi élevées que les sols sur lesquels l'irrigation permet le développement des cultures à gros revenus. En imposant à tous ces sols le même volume d'eau et la même redevance, on obtiendra sur beaucoup d'entre eux des récoltes médiocres, en même temps qu'on les chargera d'un impôt trop lourd. Si, au contraire, chaque nature de terrain ne reçoit et ne paie que le volume d'eau qui lui est nécessaire, la charge supportée se trouvera proportionnée à la valeur du sol et aux bénéfices retirés de l'arrosage. Les cultivateurs n'hésiteront plus alors, comme aujourd'hui, à souscrire des abonnements à l'irrigation.

Un autre point nous paraît utile à signaler.

Pour que ce système puisse être utilement pratiqué, les agriculteurs devront connaître les besoins en eau de leurs terres. Or il semble, en présence des résultats déjà acquis par nos recherches, que cette détermination pourra se faire sommairement par la méthode que nous avons employée.

En effet, avec une aussi grande variation de la perméabilité des terres, on ne peut songer à leur fournir une quantité d'eau rigoureusement proportionnée à leurs besoins, toute méthode ne pouvant permettre, étant donnée la multiplicité des facteurs qui influent sur cette perméabilité, qu'une approximation assez grossière. Il serait donc tout à fait illusoire de chercher à atteindre une précision que ne permet pas la nature même du problème posé. Mais nous estimons, en présence de la grande amplitude des chiffres trouvés, qu'il sera possible de grouper les sols en un petit nombre de catégories, possédant des perméabilités du même ordre de grandeur, et de dresser une sorte d'échelle de perméabilité dans laquelle on pourra faire entrer tous les sols. A chacun des degrés de cette échelle correspondrait l'emploi d'un certain volume d'eau moyen. On pourrait de la sorte, en présence d'un sol donné, déterminer à l'avance, par quelques recherches très simples, dans quelle catégorie il peut être rangé et, par suite, le volume d'eau qui lui est nécessaire.

En entrant dans cette voie, on supprimerait une des causes principales de l'hésitation des cultivateurs à utiliser les eaux des grands canaux d'arrosage.

MÉCANIQUE. — *Sur les deux chaleurs spécifiques d'un milieu élastique faiblement déformé; formules fondamentales.* Note de M. **P. Duhem.**

Le système est homogène dans son état initial où sa température uniforme est ϑ_0. Un état quelconque est déduit de l'état initial par une très petite déformation homogène que définissent les trois dilatations ε_1, ε_2, ε_3 et les trois glissements γ_1, γ_2, γ_3; la densité du corps est alors ρ et sa température uniforme ϑ. Si l'on désigne par M la masse du corps, son potentiel thermodynamique interne est

$$(1) \qquad \mathcal{F} = \mathrm{M} f(\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3, \gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \vartheta).$$

Pour maintenir le corps en équilibre dans cet état déformé, il faut appliquer à sa surface certaines pressions; ces pressions dépendent par des

formules connues des grandeurs N_i, T_i que définissent les égalités

$$(2)\qquad N_i = -\rho\frac{\partial f}{\partial \varepsilon_i},\qquad T_i = -\rho\frac{\partial f}{\partial \gamma_i}.$$

Soit $F(\vartheta)$ la température absolue; l'entropie du corps aura pour expression

$$(3)\qquad S = -\frac{M}{F'(\vartheta)}\frac{\partial f}{\partial \vartheta}.$$

En une modification quelconque où les quantités ε_i, γ_i varient de $\delta\varepsilon_i$, $\delta\gamma_i$, la densité ρ varie de

$$(4)\qquad \delta\rho = -\rho(\delta\varepsilon_1 + \delta\varepsilon_2 + \delta\varepsilon_3).$$

Les égalités (2) donnent alors six égalités dont la première est

$$(5)\qquad \left\{\begin{aligned} \delta N_1 = & -\rho\frac{\partial^2 f}{\partial\vartheta\,\partial\varepsilon_1}\delta\vartheta - \rho\left(\frac{\partial^2 f}{\partial\varepsilon_1^2}\delta\varepsilon_1 + \ldots + \frac{\partial^2 f}{\partial\gamma_1\,\partial\varepsilon_1}\delta\gamma_1 + \ldots\right) \\ & - N_1(\delta\varepsilon_1 + \delta\varepsilon_2 + \delta\varepsilon_3). \end{aligned}\right.$$

Élevons la température de $\delta\vartheta$ sans faire éprouver au corps aucune déformation; il dégagera une quantité de chaleur $-Mg\,\delta\vartheta$ et nous aurons, en vertu de l'égalité (5),

$$(6)\qquad g = -\frac{F(\vartheta)}{F'(\vartheta)}\left[\frac{\partial^2 f}{\partial\vartheta^2} - \frac{F''(\vartheta)}{F'(\vartheta)}\frac{\partial f}{\partial\vartheta}\right].$$

Supposons, au contraire, que l'on élève la température de $\delta\vartheta$ en maintenant invariables les quantités N_i, T_i; ε_i, γ_i croissent respectivement de $\alpha_i\,\delta\vartheta$, $\beta_i\,\delta\vartheta$, en sorte que les égalités (5) donnent les six égalités

$$(7)\qquad \frac{\partial^2 f}{\partial\vartheta\,\partial\varepsilon_1} + \frac{\partial^2 f}{\partial\varepsilon_1^2}\alpha_1 + \ldots + \frac{\partial^2 f}{\partial\gamma_1\,\partial\varepsilon_1}\beta_1 + \ldots + \frac{N_1}{\rho}(\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3) = 0.$$

En même temps, le corps dégage une quantité de chaleur $-MG\,\delta\vartheta$ et l'on a, en vertu des égalités (3) et (6),

$$(8)\qquad G = g - \frac{F(\vartheta)}{F'(\vartheta)}\left(\frac{\partial^2 f}{\partial\varepsilon_1\,\partial\vartheta}\alpha_1 + \ldots + \frac{\partial^2 f}{\partial\gamma_1\,\partial\vartheta}\beta_1 + \ldots\right).$$

En vertu des égalités (7), cette égalité (8) peut encore s'écrire

$$(9)\qquad \left\{\begin{aligned} G - g = & \frac{F(\vartheta)}{F'(\vartheta)}\left(\frac{\partial f}{\partial\varepsilon_1}\alpha_1 + \ldots + \frac{\partial f}{\partial\gamma_1}\beta_1 + \ldots\right)^{(2)} \\ & + \frac{F(\vartheta)}{F'(\vartheta)}(N_1\alpha_1 + \ldots + T_1\beta_1 + \ldots)(\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3). \end{aligned}\right.$$

Dans cette formule, $(^2)$ représente un carré symbolique, tel que, par exemple, $\left(\frac{\partial f}{\partial \varepsilon_1}\alpha_1\right)^{(2)} = \frac{\partial^2 f}{\partial \varepsilon_1^2}\alpha_1^2$.

Considérons une modification isentropique $\Delta\varepsilon_i$, $\Delta\gamma_i$, $\Delta\mathfrak{S}$; les égalités (3) et (6) nous donnent

$$(10) \qquad \frac{F'(\mathfrak{S})}{F(\mathfrak{S})} g\,\Delta\mathfrak{S} - \frac{\partial^2 f}{\partial\varepsilon_1\,\partial\mathfrak{S}}\Delta\varepsilon_1 - \ldots - \frac{\partial^2 f}{\partial\gamma_1\,\partial\mathfrak{S}}\Delta\gamma_1 - \ldots = 0.$$

Les quantités N_i, T_i varient en même temps de ΔN_i, ΔT_i et les égalités (5) et (10) donnent

$$(11) \quad \begin{cases} \Delta N_1\,\Delta\varepsilon_1 + \ldots + \Delta T_1\,\Delta\gamma_1 + \ldots \\ \quad = -\rho\frac{F'(\mathfrak{S})}{F(\mathfrak{S})} g(\Delta\mathfrak{S})^2 - \rho\left(\frac{\partial f}{\partial\varepsilon_1}\Delta\varepsilon_1 + \ldots + \frac{\partial f}{\partial\gamma_1}\Delta\gamma_1 + \ldots\right)^{(2)} \\ \qquad - (N_1\,\Delta\varepsilon_1 + \ldots + T_1\,\Delta\gamma_1 + \ldots)(\Delta\varepsilon_1 + \Delta\varepsilon_2 + \Delta\varepsilon_3). \end{cases}$$

Considérons maintenant une modification isothermique où N_i, T_i subissent les mêmes variations qu'en l'isentropique précédente; ε_i, γ_i varient de $d\varepsilon_i$, $d\gamma_i$. Les égalités (5) donnent

$$(12) \quad \begin{cases} \Delta N_1\,d\varepsilon_1 + \ldots + \Delta T_1\,d\gamma_1 + \ldots \\ \quad = -\rho\left(\frac{\partial f}{\partial\varepsilon_1}d\varepsilon_1 + \ldots + \frac{\partial f}{\partial\gamma_1}d\gamma_1 + \ldots\right)^{(2)} \\ \qquad - (N_1\,d\varepsilon_1 + \ldots + T_1\,d\gamma_1 + \ldots)(d\varepsilon_1 + d\varepsilon_2 + d\varepsilon_3). \end{cases}$$

D'autre part, on a évidemment

$$(13) \qquad \Delta\varepsilon_i = d\varepsilon_i + \alpha_i\,\Delta\mathfrak{S}, \qquad \Delta\gamma_i = d\gamma_i + \beta_i\,\Delta\mathfrak{S}.$$

Les égalités (9), (11), (12) et (13) donnent sans peine

$$(14) \quad \begin{cases} \Delta N_1\alpha_1 + \ldots + \Delta T_1\beta_1 + \ldots = -\rho\frac{F'(\mathfrak{S})}{F(\mathfrak{S})} G\,\Delta\mathfrak{S} \\ \quad - 2\rho\left(\frac{\partial f}{\partial\varepsilon_1}d\varepsilon_1 + \ldots + \frac{\partial f}{\partial\gamma_1}d\gamma_1 + \ldots\right) \times \left(\frac{\partial f}{\partial\varepsilon_1}\alpha_1 + \ldots + \frac{\partial f}{\partial\gamma_1}\beta_1 + \ldots\right) \\ \quad - (N_1\,d\varepsilon_1 + \ldots + T_1\,d\gamma_1 + \ldots)(\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3) \\ \quad - (N_1\alpha_1 + \ldots + T_1\beta_1 + \ldots)(d\varepsilon_1 + d\varepsilon_2 + d\varepsilon_3). \end{cases}$$

Dans cette égalité (14), $\times$ représente un produit symbolique tel que

$$\frac{\partial f}{\partial\varepsilon_1}d\varepsilon_1 \times \frac{\partial f}{\partial\varepsilon_1}\alpha_1 = \frac{\partial^2 f}{\partial\varepsilon_1^2}\alpha_1\,d\varepsilon_1.$$

Mais des égalités (5) on tire sans peine l'égalité

$$\begin{aligned}\Delta N_1 \alpha_1 + \ldots + \Delta T_1 \beta_1 + \ldots \\ = -\rho\left(\frac{\partial f}{\partial \varepsilon_1} d\varepsilon_1 + \ldots + \frac{\partial f}{\partial \gamma_1} d\gamma_1 + \ldots\right) + \left(\frac{\partial f}{\partial \varepsilon_1}\alpha_1 + \ldots + \frac{\partial f}{\partial \gamma_1}\beta_1 + \ldots\right) \\ - (N_1\alpha_1 + \ldots + T_1\beta_1 + \ldots)(d\varepsilon_1 + d\varepsilon_2 + d\varepsilon_3).\end{aligned}$$

Moyennant cette égalité, l'égalité (14) peut s'écrire

$$(15)\quad \left\{\begin{aligned}&\Delta N_1 \alpha_1 + \ldots + \Delta T_1 \beta_1 + \ldots \\ &\quad = \rho \frac{F'(\mathfrak{S})}{F(\mathfrak{S})} G \Delta \mathfrak{S} + (N_1 d\varepsilon_1 + \ldots + T_1 d\gamma_1 + \ldots)(\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3) \\ &\qquad - (N_1 \alpha_1 + \ldots + T_1 \beta_1 + \ldots)(d\varepsilon_1 + d\varepsilon_2 + d\varepsilon_3)\end{aligned}\right.$$

ou encore, selon les égalités (13),

$$(16)\quad \left\{\begin{aligned}&\Delta N_1 \Delta\varepsilon_1 + \ldots + \Delta T_1 \Delta\gamma_1 + \ldots - (\Delta N_1 d\varepsilon_1 + \ldots + \Delta T_1 d\gamma_1 + \ldots) \\ &\quad = \rho \frac{F'(\mathfrak{S})}{F(\mathfrak{S})} G (\Delta \mathfrak{S})^2 + (N_1 d\varepsilon_1 + \ldots + T_1 d\gamma_1 + \ldots)(\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3)\Delta\mathfrak{S} \\ &\qquad - (N_1 \alpha_1 + \ldots + T_1 \beta_1 + \ldots)(d\varepsilon_1 + d\varepsilon_2 + d\varepsilon_3)\Delta\mathfrak{S}.\end{aligned}\right.$$

Considérons maintenant une seconde modification isothermique où les quantités ε_i, γ_i éprouvent les mêmes accroissements $\Delta\varepsilon_i$, $\Delta\gamma_i$ qu'en la modification isentropique ; les grandeurs N_i, T_i croissent alors de dN_i, dT_i et les égalités (5) donnent

$$(17)\quad \left\{\begin{aligned}&dN_1 \Delta\varepsilon_1 + \ldots + dT_1 \Delta\gamma_1 + \ldots = -\rho\left(\frac{\partial f}{\partial \varepsilon_1}\Delta\varepsilon_1 + \ldots + \frac{\partial f}{\partial \gamma_1}\Delta\gamma_1 + \ldots\right)^{(2)} \\ &\quad - (N_1 \Delta\varepsilon_1 + \ldots + T_1 \Delta\gamma_1)(\Delta\varepsilon_1 + \Delta\varepsilon_2 + \Delta\varepsilon_3).\end{aligned}\right.$$

Les égalités (11) et (17) donnent

$$(18)\quad \left\{\begin{aligned}&dN_1 \Delta\varepsilon_1 + \ldots + dT_1 \Delta\gamma_1 + \ldots - (\Delta N_1 \Delta\varepsilon_1 + \ldots + \Delta T_1 \Delta\gamma_1 + \ldots) \\ &\qquad = \rho \frac{F'(\mathfrak{S})}{F(\mathfrak{S})} g (\Delta\mathfrak{S})^2.\end{aligned}\right.$$

Si l'on voulait élever de $\delta\mathfrak{S}$ la température du corps sans qu'il subît aucune déformation, on devrait faire croître les quantités N_i, T_i de

$$\delta N_i = A_i \delta\mathfrak{S}, \qquad T_i = B_i \delta\mathfrak{S}.$$

Visiblement, on a

$$(19)\qquad \Delta N_i = dN_i + A_i \Delta\mathfrak{S}, \qquad \Delta T_i = dT_i + B_i \Delta\mathfrak{S},$$

en sorte que l'égalité (18) peut encore s'écrire

$$(20) \qquad A_1\Delta\varepsilon_1 + \ldots + B_1\Delta\gamma_1 + \ldots = -\rho\frac{F'(\vartheta)}{F(\vartheta)}g\Delta\vartheta.$$

Les formules (9), (15), (16), (18) et (20) sont les relations fondamentales auxquelles satisfont les deux chaleurs spécifiques g, G, d'un corps élastique peu déformé.

CORRESPONDANCE.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la préparation du baryum pur à partir de son sous-oxyde.* Note de **M. Guntz**, transmise par **M. A.** Haller.

Le magnésium d'après Winkler réduit les oxydes alcalino-terreux en mettant en liberté le métal correspondant, mais sans qu'on puisse l'isoler du mélange.

J'ai essayé pour le baryum de produire cette séparation en profitant de la volatilité de ce métal dans le vide.

On chauffe vers 1100° pendant une heure, dans un tube de porcelaine, un creuset en fer au fond duquel se trouve du magnésium en morceaux, puis au-dessus BaO pulvérisée. A l'orifice se trouve un tube en acier refroidi par un courant d'eau intérieur. Si l'on a employé poids moléculaires égaux de Mg + BaO, il se condense, sur le tube refroidi, environ la moitié du magnésium employé ainsi que des traces de baryum. La baryte a changé d'aspect, elle est devenue noirâtre ; traitée par l'eau, elle dégage de l'hydrogène en quantité sensiblement correspondante à la moitié du baryum contenu dans BaO employée.

Ce résultat doit être attribué à la formation d'un sous-oxyde de formule Ba^2O, dissociable à ces hautes températures.

J'ai vérifié cette hypothèse en chauffant de la même manière Ba + BaO. Il se forme le même produit noir fritté, dont les propriétés ressemblent à celles du baryum. Décomposant l'eau, il absorbe au rouge l'azote pour donner Ba^3N^2, l'hydrogène pour donner BaH^2. La réaction de Winkler peut alors s'expliquer ainsi :

$$2BaO + Mg = Ba^2O + MgO + Mg,$$

et l'action de l'hydrogène

$$H^2 + Ba^2O = BaH^2 + BaO.$$

BaH^2 formé enrobant la baryte produite empêche toute action ultérieure du magnésium à basse température.

A l'analyse, ce mélange $BaH^2 + BaO$ se comporte comme un hydrure de formule BaH dont Winkler admettait la formation.

Des propriétés du sous-oxyde de baryum on peut déduire quelques conclusions intéressantes :

1° Mg et BaO à haute température réagissent l'un sur l'autre avec production d'un équilibre dépendant des quantités de substances en présence et de la tension de dissociation de Ba^2O formé. Ainsi, par exemple, à 1100° un mélange de $3BaO + Mg$ donne sur le tube froid un alliage contenant 63 pour 100 de Mg et 37 pour 100 de Ba.

2° Si l'on remplace le magnésium par un métal non volatil comme l'aluminium, il se formera encore du sous-oxyde Ba^2O, mais alors la dissociation de ce composé donnera du baryum pur sur le tube froid, car, s'il y a équilibre entre Ba et Al, comme l'aluminium n'est pas volatil, le baryum sort du cycle de la réaction.

Cette remarque donne un nouveau procédé de préparation du baryum pur.

En chauffant par exemple un mélange de BaO avec le $\frac{1}{10}$ de son poids de Al dans le vide vers 1200°, on obtient du premier coup un métal cristallisé titrant 98,8 de Ba, qu'une deuxième distillation dans le vide donne absolument pur.

On peut ainsi préparer en quelques heures et sans aucune difficulté du baryum pur.

Ce procédé s'applique également au strontium; il permettra d'obtenir facilement ces deux métaux si difficiles à préparer jusqu'à présent.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les azocyanamides aromatiques.* Note de M. P. **Pierron**, transmise par M. A. Haller.

Si les amides n'ont pas de tendance à réagir sur les sels de diazonium, les cyanamides monoatomiques possèdent, sans doute en raison de leur caractère plus acide, la propriété de fournir avec eux des copulations, pourvu qu'elles appartiennent, par leur substitution sur l'azote, à la série benzénique ou naphtalénique.

J'ai soumis à l'action du chlorure de diazobenzol, aussi neutre que possible, les cyanamides aromatiques, à l'état de sel alcalin en solution aqueuse

à 5 pour 100 environ. Dès le mélange apparaît un précipité coloré en jaune ou rouge, qui est la cyanamide primaire du paramidoazoïque correspondant à l'amine dont provient la cyanamide considérée.

$$C^6H^5 - Az = Az - Cl + CAz - AzNa - C^6H^5$$
$$= C^6H^5 - Az = Az_{(1)} - C^6H^4 - AzH_{(4)} - CAz + NaCl.$$

Toutefois, il est probable qu'il se forme d'abord un dérivé diazocyanamidé, $C^6H^5 - Az = Az - \underset{\displaystyle CAz}{\underset{|}{Az}} - C^6H^5$, qui se transpose ensuite en azoparacyanamidé, $C^6H^5 - Az = Az_{(1)} - C^6H^4{}_{(4)} - AzH - CAz$.

Lorsque, en effet, la position 4, par rapport au groupement fonctionnel, est occupée sur le noyau, on voit bien se former dans la copulation un nouveau corps, mais il est des plus instables et ne peut en rien être comparé à ceux que donnent les cyanamides libres en para. Celles-ci du reste déposent tout d'abord au début de la réaction un composé de teinte plus claire, qui fonce ensuite; tant que le changement de coloration n'est pas achevé ou que dure l'addition de diazobenzol, un dégagement d'azote notable révèle l'existence d'un corps intermédiaire instable.

Les produits obtenus sont purifiés par agitation de leur solution alcaline avec du benzène, filtration sur noir animal, précipitation à l'aide d'un acide dilué et cristallisation dans l'alcool ou le benzène bouillant. Ce sont encore des cyanamides monoatomiques, car ils en ont le caractère acide et donnent des sels alcalins; ils s'hydratent en liqueur acide en donnant les urées correspondantes; leurs sels alcalins secs, traités par le chlorure de benzoyle, donnent un dérivé benzoylé neutre. Ce sont des azoïques : ils ont des propriétés colorantes et teignent en jaune les fibres textiles, soie, laine, coton tanné; ils se réduisent par le chlorure stanneux chlorhydrique en donnant 1^{mol} d'aniline et 1^{mol} de paramidourée :

$$C^6H^5 - Az = Az - C^6H^4 - AzH - CAz + H^2O + 2H^2$$
$$= C^6H^5 - AzH^2 + AzH^2 - C^6H^4 - AzH - CO - AzH^2.$$

Le résidu azoïque y est donc fixé en para, ce que montre aussi la transformation qu'ils subissent, par digestion au contact de l'hydroxylamine, en un mélange de paramidoazoïque et de l'urée correspondante [1].

---

[1] Les cyanamides, aromatiques, en effet, comme la paratolylcyanamide, mises en présence de chlorhydrate d'hydroxylamine et d'un petit excès de carbonate alcalin,

En un mot ce sont bien les cyanamides des paramidoazoïques et de fait je les ai reproduits en faisant agir sur ces paramidoazoïques le bromure ou le chlorure de cyanogène en solution alcoolique en présence d'un bicarbonate alcalin :

$$C^6H^5 - Az = Az - C^6H^4 - AzH^2 + CAzBr$$
$$= HBr + C^6H^5 - Az = Az - C^6H^4 - AzH - CAz.$$

Ont été préparés :

La benzène-azoparaphénylcyanamide $C^6H^5 - Az = Az_{(1)} - C^6H^4 - Az_{(4)}H - CAz$, aiguilles aplaties jaunes un peu cuivrées, assez solubles dans l'alcool, un peu dans le benzène, moins dans l'éther, à peine dans l'eau. Ses solutions dans les alcalis sont jaunes et elle teint en jaune clair les fibres. Elle fond à 163°. — *L'urée correspondante* $C^6H^5 - Az = Az - C^6H^4 - AzH - CO - AzH^2$ en provient par ébullition avec l'acide chlorhydrique moyennement étendu; cristallisée dans l'alcool, elle se présente en aiguilles jaunes mordorées fusibles à 231°, insolubles dans l'eau, peu dans l'éther, le chloroforme et le benzène, plus dans l'alcool. — *Le dérivé benzoylé* $C^6H^5 - Az = Az - C^6H^4 - Az \left\langle \begin{matrix} CO - C^6H^5 \\ CAz \end{matrix} \right.$ est obtenu en évaporant la solution potassique de l'azocyanamide et traitant le résidu par une solution benzénique de chlorure de benzoyle à chaud : prismes orangés courts et durs, solubles dans l'alcool, un peu dans l'éther, peu dans le benzène, fondant à 161°.

La benzène-azoorthotolylcyanamide $C^6H^5 - Az = Az_{(1)} - C^6H^3 \left\langle \begin{matrix} CH^3_{(3)} \\ AzH - CAz_{(4)} \end{matrix} \right.$, issue de l'orthotolylcyanamide, fond à 159°, a les mêmes propriétés que le dérivé de la phénylcyanamide et le même aspect; son urée fond à 207°, le dérivé benzoylé à 141°.

La benzène-azométatolylcyanamide $C^6H^5 - Az = Az_{(1)} - C^6H^3 \left\langle \begin{matrix} CH^3_{(2)} \\ AzH - CAz_{(4)} \end{matrix} \right.$ est en aiguilles souples et soyeuses jaune clair fusibles à 118°-119°, si on les chauffe lentement, et vers 105° par chauffage brusque; *son urée* fond à 152°, *son dérivé benzoylé* à 134°, tous deux en aiguilles longues et flexibles, jaune rougeâtre ternes et orangées brillantes.

---

s'hydratent en urée; de l'ammoniaque prend naissance et de l'azote se dégage. Cette transformation s'opère vraisemblablement par passage à l'état intermédiaire d'oxyguanidine :

$$C^7H^7 - AzH - CAz + AzH^2OH = C^7H^7 - AzH - C \left\langle\!\!\left\langle \begin{matrix} AzOH \\ AzH^2 \end{matrix} \right.\right. ;$$

$$C^7H^7 - AzH - C \left\langle\!\!\left\langle \begin{matrix} AzOH \\ AzH^2 \end{matrix} \right.\right. + H^2O = C^7H^7 - AzH - CO - AzH^2 + AzH^2OH.$$

Mais à côté de ces produits on retrouve toujours de petites quantités d'amine (toluidine) dont l'origine est moins claire.

La benzène-azo-α-naphtylcyanamide $C^6A^5 - Az = Az_{(1)} - C^{10}H^6AzH - CAz_{(4)}$ n'a pu être obtenue cristallisée : matière pulvérulente rouge violacé à reflets verts, fusible sans netteté vers 176°-180°, très hygroscopique ; *son urée,* cristallisée dans la pyridine et séchée à 100°, fond à 253°.

La benzène-azoorthoéthoxyphénylcyanamide

$$C^6H^5 - Az = Az_{(1)} - C^6H^3 \begin{cases} O\,C^2H^5{}_{(3)} \\ AzHCAz_{(4)} \end{cases}$$

fond à 121°, aiguilles jaune orangé, cristallisées dans un mélange de ligroïne et de benzène ; *l'urée,* fines aiguilles jaune clair, fond à 206°.

Au lieu de composés semblables, si la position para du noyau est déjà occupée dans la cyanamide, de la copulation résulte bien un corps nouveau, mais celui-ci se décompose aussitôt, souvent avec violence, en dégageant de l'azote et se rassemblant en masses noirâtres, goudronneuses, qui durcissent ensuite.

Épuisées à l'eau, à l'alcali, aux acides, elles abandonnent un résidu charbonneux, friable, noir et poreux, de nature mal définie. Dans les divers solvants ont été reconnus la cyanamide dont on était parti, son urée et du paraoxyazobenzol.

La présence de ces corps est aisément explicable si l'on admet que le composé qui les a engendrés par sa destruction est un diazocyanamidé; il se souderait en effet en phénol, azote et cyanamide :

$$\begin{aligned} &C^6H^5 - Az = Az - \underset{\displaystyle CAz}{\underset{|}{Az}} - C^6H^4 - CH^3 + H^2O \\ &= C^6H^5 - OH + Az^2 + \underset{\displaystyle CAz}{\underset{|}{AzH}} - C^6H^4 - CH^3. \end{aligned}$$

Le phénol décomposerait une nouvelle partie du diazocyanamidé en formant du paraoxyazobenzol :

$$\begin{aligned} &C^6H^5 - Az = Az - \underset{\displaystyle CAz}{\underset{|}{Az}} - C^6H^4 - CH^3 + C^6H^5 - OH \\ &= C^6H^5 - Az = Az - C^6H^4 - OH + \underset{\displaystyle CAz}{\underset{|}{AzH}} - C^6H^4 - CH^3. \end{aligned}$$

La cyanamide s'hydraterait de son côté pour une part en urée.

Les choses se passent pareillement pour la paratolyl, la paraéthoxyphényl et la métaxylylcyanamide, toutes substituées en para ; avec la β-naphtyl-

cyanamide, la réaction suit une marche différente qui sera soumise à une étude spéciale.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur une propriété des diastases.* Note de M. J. **Duclaux**, présentée par M. Roux.

La plupart des théories qui cherchent à relier aux lois générales de la Chimie celles de l'action des diastases renferment implicitement cette hypothèse que l'on peut raisonner sur les diastases comme sur des substances ordinaires : que par exemple un certain volume de solution diastasique renferme la même quantité de corps actif qu'un volume moitié de solution deux fois plus concentrée, de même que 1^l de solution saline à 10 pour 100 contient autant de sel que 2^l de solution à 5 pour 100.

Cela semble évident parce qu'on désigne par le même mot deux choses différentes. Ayant d'un côté une substance préparée par un procédé quelconque, on l'appelle *diastase :* observant dans une solution de cette substance certains phénomènes, on les attribue à la présence de cette diastase. Mais il n'est pas certain que le phénomène soit dû à la totalité de cette substance, *même supposée tout à fait pure :* il peut être dû à une fraction seulement et cette fraction peut être variable selon les conditions de l'expérience.

Pour prendre un exemple sur lequel il est plus facile de raisonner, supposons que nous observions une action catalytique telle que l'inversion du sucre par l'action d'un acide faible comme l'acide acétique. Nous ne pouvons pas dire que 10^l de solution acide centinormale contiennent autant de matière active (de ce mode particulier d'activité) que 1^l de solution décinormale; en effet, ce n'est pas la totalité de l'acide qui agit, mais seulement la partie électrolytiquement dissociée, qui en est une fraction tout à fait variable. Il faut l'évaluer dans chaque expérience et l'on sait que cette évaluation permet de réduire un phénomène très compliqué à d'autres beaucoup plus simples.

Peut-il se produire quelque chose d'analogue dans le cas des diastases proprement dites? Parmi ces diastases la majorité, sinon la totalité, sont des colloïdes. J'ai déjà montré qu'un colloïde, ou pour mieux parler la micelle d'un colloïde, se compose de deux parties dont l'une, pondéralement la plus importante, n'entre pas en réaction et sert simplement de support à l'autre qui est la partie *active,* en ce sens qu'elle réagit, selon des lois particulières d'équilibre, sur tout ce qu'on peut ajouter au liquide qui

entoure la micelle. Par exemple, dans l'hydrate ferrique $Fe^2O^3, m Fe^2Cl^6$ de Graham, c'est la partie sous le coefficient (variable) *m* qui est active, c'est-à-dire qui est en équilibre avec le liquide intermicellaire. Si celui-ci s'appauvrit en chlore, la micelle lui en cède; si on lui ajoute un sulfate, un phosphate, un hydrate, c'est-à-dire des ions SO^4, PO^4, OH, une partie de ces ions est absorbée par la micelle qui abandonne en échange des ions Cl. L'état de cette partie active est donc essentiellement variable suivant la nature des substances en présence desquelles la micelle se trouve et c'est par elle que les propriétés de la micelle sont elles-mêmes modifiées. J'ai déjà montré en effet que la nature et les variations de la partie active sont en rapport avec :

1° Le signe électrique (sens de la marche dans le courant) du colloïde;

2° Sa coagulation;

3° L'absorption par ce colloïde des substances dissoutes.

En poursuivant cette étude j'ai pu établir la même relation avec :

4° La stabilité du colloïde vis-à-vis des influences coagulantes;

5° Sa conductibilité électrique;

6° Sa pression osmotique.

On peut voir par là quelle erreur ont commise ceux qui, dans leurs recherches sur les colloïdes, ont cru pouvoir laisser de côté l'étude chimique de leurs variations. Il est bien probable que l'on commettrait la même erreur en rapportant les propriétés diastasiques d'un colloïde à la masse totale de ce colloïde et non pas seulement à sa partie *active*.

Mais, comme nous l'avons vu, celle-ci est essentiellement variable. Elle change non seulement par l'action d'un sel, mais par une simple addition d'eau. C'est ce qu'a annoncé M. Malfitano (1) pour l'hydrate ferrique de Graham et j'ai reconnu que le même fait (d'ailleurs conséquence inévitable de l'état d'équilibre existant entre la micelle et le liquide intermicellaire) se vérifiait pour beaucoup d'autres colloïdes. Si, comme toutes les analogies conduisent à l'admettre, il reste vrai pour ceux qui ont une fonction diastasique (et l'hydrate ferrique lui-même en a une vis-à-vis de l'eau oxygénée) on voit que la quantité de *matière active* n'aura, dans une série d'expériences, aucun rapport constant et nécessaire avec la quantité de diastase brute qu'on aura mise, et qu'ainsi ces différentes expériences, même simplement faites à des dilutions différentes, ne seront pas comparables entre elles.

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXLI, p. 660.

En particulier, des actions diastasiques de sels métalliques ont été attribuées à la portion hydrolysée de ces sels. C'est une première approximation, nécessairement très grossière. En effet l'hydrolyse d'un sel, chlorure par exemple, ne se fait pas selon la formule schématique

$$MCl^n + nH^2O = M(OH)^n + nHCl,$$

mais l'hydrate formé retient toujours du chlore, à l'état de combinaison et en quantité variable depuis n atomes jusqu'à zéro. D'après ce qui précède, il n'est pas vraisemblable que les propriétés de cet hydrate soient les mêmes quelle que soit la quantité de chlore; l'évaluation seule de la quantité de sel hydrolysé ne peut donc donner qu'une première indication, particulièrement erronée s'il s'agit de comparer l'action de deux métaux.

On pourrait objecter à ceci que les diastases sont actives à des dilutions tellement grandes que l'hydrolyse devrait en être totale, auquel cas notre hypothèse nous conduirait à admettre que leur activité serait nulle. Mais justement un caractère particulier de ces hydrolyses de colloïdes est de n'être complètes que pour des dilutions extrêmement grandes ([1]). Tandis que, par exemple, dans une solution de NaCl, la dissociation électrolytique est complète à $\frac{1}{50}$ près quand 1^l contient $\frac{1}{1000}$ de molécule ou environ 60^{mg}, il faut, pour pousser aussi loin l'hydrolyse du composé $Fe^2Cl^6, 10Fe^2O^3$, par exemple, dissoudre une molécule dans 14.10^6 litres ou $0^{mg},15$ dans 1^l. On ne pourra donc pratiquement jamais considérer cette hydrolyse comme totale.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur les aciers au cuivre.* Note de M. Pierre Breuil, présentée par M. Maurice Levy.

Dans une précédente Communication nous avons fait connaître les points singuliers d'aciers au cuivre tenant 0,15 à 0,18 et 0,35 à 0,38 de carbone; voici les points singuliers d'aciers tenant 0,56 à 0,79 de carbone.

Depuis 0,5 jusqu'à 20 pour 100 de cuivre le point AR_1 varie peu; il se tient entre 575° et 600°; un acier au carbone de cette carburation a, généralement, son point AR_1 vers 670° à 680°. Le cuivre fait donc très notablement baisser ce point, sans toutefois avoir, pour cet abaissement, une action aussi considérable que le nickel ou le manganèse.

On constate le phénomène de récalescence, c'est-à-dire l'abaissement, puis le relèvement de la température à ce point AR_1, d'autant mieux que la teneur en cuivre de l'acier est plus grande; dès que le cuivre s'isole dans l'acier on constate un point vers 1000°. Cette séparation du cuivre ou d'un alliage fer-cuivre a lieu déjà pour une teneur de 3 pour 100 de cuivre,

---

([1]) Duclaux, *Comptes rendus*, t. CXLIII, p. 296.

mais cependant la finesse des globules ainsi isolés n'a pas empêché l'élaboration des lingots ayant 3 et 10 pour 100 de cuivre; le métal n'est rouverin qu'au-dessus de 10 pour 100 de cuivre.

Essais de traction des aciers au cuivre. — Les résultats suivants ont été obtenus avec des barrettes normales prises dans les aciers laminés, puis traitées de différentes façons.

I. — *Aciers bruts de laminage.*

	Cuivre pour 100.	Limite apparente d'élasticité.	Charge maximum.	Allongement pour 100.	Striction.	
Série à 0,15-0,18 de C.	0......	44,6 kg	51,1 kg	14,5	0,52	Barre écrouie par laminage
	0,5....	38,8	47,1	25,5	0,66	
	1,0....	41,5	49,5	26,5	0,60	
	2,0....	47,4	62,6	16,0	0,585	
	4,0....	69,5	77,1	13,0	0,465	
Série à 0,35-0,38 de C.	0......	37,6	58,1	23,2	0,51	
	0,5....	48,6	65,5	20,0	0,485	
	1,0....	45,3	64,5	20,5	0,473	
	2,0....	68,5	79,5	11,0	0,315	
	4,0....	81,8	97,1	11,2	0,235	
Série à 0,56-0,79 de C.	0,5....	62,1	83,5	12,0	0,22	
	1,0....	55,3	89,7	12,5	0,169	
	3,0....	98,1	113,5	3,0	0,025	
	10,0....	102,2	125,5	2,5	0,013	

II. — *Aciers recuits à 900° environ.*

	Cuivre pour 100.	Limite apparente d'élasticité.	Charge maximum.	Allongement pour 100.	Striction.
Série à 0,15-0,18 de C.	0......	25,2	38,7	30,3	0,63
	0,5....	26,9	41,6	28,0	0,60
	1,0....	38,6	49,0	26,0	0,57
	2,0....	41,3	49,5	25,0	0,58
	4,0....	46,0	50,3	22,0	0,63
Série à 0,35-0,38 de C.	0......	31,8	51,1	24,0	0,48
	0,5....	33,4	54,7	23,5	0,43
	1,0....	40,9	60,6	20,0	0,40
	2,0....	45,6	61,6	18,0	0,40
	4,0....	56,5	68,5	16,0	0,42
Série à 0,56-0,79 de C.	0,5....	41,0	71,2	16,5	0,427
	1,0....	42,3	75,5	8,5	0,182
	3,0....	54,0	81,2	7,5	0,206
	10,0....	65,2	82,5	10,0	0,300

III. — *Aciers trempés à 870° et 830° non revenus.*

	Cuivre pour 100.	Limite apparente d'élasticité.	Charge maximum.	Allongement pour 100.	Striction.
		k	k		
Série à 0,15-0,18 de C.	0,0....	49,7	68,5	14,6	0,67
	0,5....	49,5	67,0	16,0	0,527
	1,0....	83,0	92,8	5,55	0,26
	2,0....	106,0	112,0	5,20	0,256
	4,0....	106,0	138,0	7,0	0,295
Série à 0,35-0,38 de C.	0,0....	81,5	101,5	3,5	Plus ou moins voilés à la trempe.
	0,5....	76,5	76,5	1,4	
	1,0....	102,5	102,5	1,4	
	2,0....	75,0	75,0	1,4	
	4,0....	100,2	100,2	1,4	
Série à 0,56-0,79 de C.	0,5....	Plus ou moins voilés ou tapés à la trempe.			
	1,0....				
	3,0....				
	10,0....				

IV. — *Aciers trempés à 870° ou 830° revenus vers 300°.*

	Cuivre pour 100.	Limite apparente d'élasticité.	Charge maximum.	Allongement pour 100.	Striction.
Série à 0,15-0,18 de C.	0,0....	46,2	64,0	10,5	0,68
	0,5....	51,2	72,2	8,5	0,60
	1,0....	58,8	69,0	11,5	0,68
	2,0....	102,5	111,0	6,5	0,338
	4,0....	85,5	100,0	11,0	0,52
Série à 0,35-0,38 de C.	0,0....	72,8	99,5	7,5	0,332
	0,5....	135,2	139,0	3,5	0,18
	1,0....	149,0	162,2	3,5	0,75
	2,0....	155,2	167,0	2,0	0,015
	4,0....	153,0	173,0	1,5	0,01
Série à 0,56-0,79 de C.	0,5....	158,0	158,0	0,0	0,0
	1,0....	Plus ou moins tapés à la trempe.			
	3,0....				
	10,0....				

Ces essais prouvent qu'on aurait grand tort de se fier uniquement aux essais de traction sur barrettes brutes de laminage pour porter une appréciation sur les divers aciers. Tous ces essais montrent bien que le cuivre augmente la ténacité et diminue la ductilité de l'acier, mais dans des proportions éminemment variables avec le traitement du métal.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Culture de microbes en milieux chimiquement définis.* Note de MM. **J. Galimard**, **L. Lacomme** et **A. Morel**, présentée par M. Armand Gautier.

La plupart des tentatives faites en vue de cultiver les microbes en milieux chimiquement définis, sans albumine, ont échoué, sauf celle d'Arnaud et Charrin (¹) pour le pyocyanique et celle de Lepierre (²).

Cette dernière, parce que ses résultats semblaient généraux, eût été fort importante si la constitution attribuée aux produits azotés était exacte.

Nous avons montré que les glucoprotéines formant la base des milieux de M. Lepierre ne correspondent pas à la formule chimique qu'il en donne.

Comme elles sont surtout composées d'acides amidés, nous avons pensé à fournir aux microbes l'azote sous cette forme.

Technique. — Les acides amidés provenant de l'hydrolyse des diverses albumines étudiés au laboratoire de M. Hugounenq, soit mélangés entre eux, soit au contraire séparés (³) parfaitement à l'aide des techniques modernes perfectionnées, sont ajoutés dans la proportion de 1 à 2 pour 100 (sauf pour la tyrosine peu soluble) à des bouillons dont voici la composition :

Chlorure de sodium	0^{g},5
Sulfate de magnésium	0,05
Glycérophosphate de calcium.	0,2 à 0,3
Bicarbonate de potassium	quantité suffisante pour alcalinité légère
Glycérine	1,5
Eau	100

Les bouillons stérilisés à 120° pendant 45 minutes sont ensemencés en partant de milieux solides de façon à éviter de transporter avec la semence des matières albuminoïdes.

Nous donnons ci-dessous la liste des microbes que nous avons réussi à cultiver dans ces milieux chimiquement définis.

Dans le glycocolle synthétique $C^2H^5AzO^2$: pyocyanique, *prodigiosus,* colibacille R², pneumobacille de Friedlander.

(¹) Arnaud et Charrin, *Comptes rendus,* avril et juin 1901.

(²) Lepierre, *Journ. Physiol. et Pathol. gén.,* 1903, p. 323.

(³) Hugounenq, *Conférence à la Section lyonnaise de la Soc. chim. de Paris,* 1905.

Dans un mélange provenant de l'hydrolyse de l'ovalbumine, 75 *pour* 100 *de leucine* $C^6H^{13}AzO^2$, 25 *pour* 100 *d'alanine* $C^3H^7AzO^2$, + *traces de tyrosine* $C^9H^{11}AzO^3$: pyocyanique, *prodigiosus*, colibacille R^2, pneumobacille de Friedlander, tétragène, staphylocoque orangé, *sarcina superba*.

Dans la tyrosine $C^9H^{11}AzO^3$, provenant de l'hydrolyse de l'ovalbumine : pyocyanique, diarrhée verte.

Dans l'acide aspartique $C^4H^7AzO^4$, provenant de l'hydrolyse de l'ovalbumine : pyocyanique.

Dans le chlorhydrate d'arginine $HCl, C^6H^{14}Az^4O^2$, provenant de l'hydrolyse de la vitelline : pyocyanique, colibacille R^2, diarrhée verte;

Dans le chlorhydrate de lysine $HCl, C^6H^{14}Az^2O^2$, provenant de l'hydrolyse de la vitelline : pyocyanique.

Dans un mélange ne contenant que l'ensemble des acides monoamidés avec de la lysine et de l'ornithine et provenant de l'hydrolyse barytique de l'ovalbumine : pyocyanique, pneumobacille de Friedlander, *sarcina superba, sarcina erythromyxa*.

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 23 JUILLET 1906.

(Suite.)

La théorie électrodynamique du monde et les éruptions volcaniques et les grands séismes. (Extr. des *Comptes rendus de l'Association française pour l'avancement des Sciences*. Congrès de Grenoble, 1904.) 1 fasc. in-8°.

Terminologie générale du minéralogiste prospecteur, par GEORGES HYVERT. Carcassonne, G. Servière, 1903; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Une ancienne mine d'antimoine dans le Limousin aurifère; technologie de l'antimoine, par GEORGES HYVERT. Carcassonne, G. Servière, 1906; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

XXXIIIe Bulletin météorologique annuel du département des Pyrénées-Orientales, année 1904. Perpignan; 1 fasc. in-4°.

Annales de l'Institut national agronomique, École supérieure de l'Agriculture; 2e série, t. V, fasc. 1. Paris, 1906; 1 vol. in-8°.

L'Anthropologie, t. XVII, n°s 1-2, janvier-avril 1906. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Dessins relatifs au glycogène et au paraglycogène, faits par L. ERRERA. (Extr. du

Recueil de l'Institut botanique, t. I.) Bruxelles, Hayez, 1906; 1 fasc. in-8°. (Hommage de Mme Vve L. Errera.)

Fenomeni elettrici nella eruzione del Vesuvio dell' aprile 1906; nota del prof. GIOACHINO DI PAOLA. Naples, 1906; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Die Quadratur des Kreises, von OSCAR FLOR. Riga, 1904; 1 fasc. in-8°.

Natuurkundig tijdschrift voor Nederlandsch-Indië; deel LXV, 1905; 1 vol. in-8°.

Revista dos cursos da Faculdade de Medicina da Bahia; anno III, t. III. Bahia, 1905; 1 vol. in-8°.

Revista de la Real Academia de Ciencias exactas, fisicas y naturales de Madrid; t. IV, n° 1, enero de 1906. Madrid, 1906; 1 fasc. in-8°.

Revue des Questions scientifiques, publiée par la Société scientifique de Bruxelles; 3e série, t. X, 20 juillet 1906. Louvain, 1906; 1 vol. in-8°.

Annales scientifiques de l'Université de Jassy; t. IV, fasc. 1, juin 1906. Jassy; 1 fasc. in-8°.

Abhandlungen der königlich-preussischen Akademie der Wissenschaften, aus dem Jahre 1905, mit 21 Tafeln. Berlin, 1905; 1 vol. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 30 JUILLET 1906.

Mémoires de l'Académie des Sciences de l'Institut de France; t. XLIX, 2e série. Paris, Gauthier-Villars, 1906; 1 vol. in-4°.

Lavoisier et le genre Isoetes dans les Vosges, par P. FLICHE, Correspondant de l'Institut. (Extr. des *Mémoires de l'Académie de Stanislas,* 6e série, t. III, 1905-1906.) 1 fasc. in-8°.

Superficie de la Russie d'Asie avec les bassins des océans, des mers, des rivières et des lacs, ainsi que les superficies des divisions administratives sous le règne de l'empereur Nicolas II, par A. DE TILLO, Correspondant de l'Institut, 1905; 1 fasc. in-4°.

Carte des bassins des océans, mers, fleuves et lacs de la Russie d'Asie et des pays limitrophes, dressée par A. DE TILLO, Correspondant de l'Institut. Annexe au Mémoire : *Superficie de la Russie d'Asie.* Saint-Pétersbourg, 1905; 1 feuille pliée in-f°.

Le lac de Ladoga au point de vue thermique, par JULES DE SCHOKALSKY, avec 2 cartes. Berlin, 1900, et Saint-Pétersbourg, 1906; 1 fasc. in-8°.

Notice sur les sondages des hautes couches de l'atmosphère en mer et les principales Compagnies de navigation, par M. J. DE SCHOKALSKY. Saint-Pétersbourg, 1905; 1 fasc. in-8°.

Exposition internationale d'Océanographie, 1906, Section russe : *Aperçu des travaux exposés par le Ministère de la Marine impériale russe, et les recherches océanographiques et limnologiques russes,* par J. DE SCHOKALSKY. Saint-Pétersbourg, 1906; 1 fasc. in-8°.

(Les Ouvrages de M. de Tillo et de M. de Schokalsky ont été présentés en hommage par M. Alfred Grandidier.)

Sur la construction d'une Table de caractéristiques relatives à la base 30030 *des facteurs premiers d'un nombre inférieur à* 901800900, par ERNEST LEBON. Paris, 1906; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Rapport sur la marche en parallèle des alternateurs, par P. BOUCHEROT. Liége, 1906; 1 fasc. in-8°.

Le crétacique dans l'Arrabida et dans la contrée d'Ericeira, par PAUL CHOFFAT. Lisbonne, 1904; 1 fasc. in-8°.

L'année météorologique à Amiens, décembre 1904-novembre 1905, par M. H. DUCHAUSSOY. Amiens, 1906; 1 fasc. in-8°.

Erdmagnetismus und Luftelektrizität, von HEINRICH RUDOLPH. Coblentz, 1906; 1 fasc. in-8°.

Verhandlungen der Oesterreichischen Kommission für die internationale Erdmessung. Protokol über die am 29. *Dezember* 1904 *abgehaltene Sitzung.* Vienne, 1905; 1 fasc. in-8°.

Ein neues Verfahren zur Messung der Linienverschiebung in Spektrogrammen, von J. HARTMANN. (Pub. des *Astrophys. Observ. z. Potsdam,* n° 53.) Potsdam, 1906; 1 fasc. in-4°.

Vermessung der Umgebung des Orionnebels, von BR. MEYERMANN, mit 1 Tafel. Berlin, 1906; 1 fasc. in-4°.

The surgery of the heart and lungs, a history and résumé of surgical conditions found therein, and experimental and clinical research in man and lower animals, with reference to pneumonotomy, pneumonecotomy and bronchotomy, and cardiotomy and cardiorrhaphy, by BENJAMIN MERRILL RICKETTS. New-York, 1906; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(T. CXLIII, séance du 30 juillet 1906.)

Note de MM. *Gabriel Bertrand* et *A. Lanzenberg*, Sur la *l*-idite cristallisée de synthèse :

Page 294, ligne 2, *au lieu de* 2 millièmes, *lisez* 1 millième.
Même page, ligne 3, *au lieu de* — 30°, *lisez* — 35°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 AOUT 1906,

PRÉSIDÉE PAR M. BOUQUET DE LA GRYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ZOOLOGIE. — *Sur les progrès de la Mouche des fruits* (Ceratitis capitata *Wied*) *aux environs de Paris.* Note de M. **Alfred Giard.**

Il y a six ans (*Comptes rendus*, t. CXXXI, 20 août 1900, p. 436) je signalais la présence alors très inattendue d'un Diptère exotique (*Ceratitis capitata* Wied) grand ravageur de fruits, dans la banlieue parisienne. L'insecte était très rare, il n'avait attaqué à cette époque que quelques abricotiers des jardins de Courbevoie et il eût été facile, à peu de frais, d'empêcher son acclimatation. En pareil cas les moyens énergiques, employés dès le début de l'infestation, sont généralement efficaces. C'est ainsi que les Allemands ont pu arrêter plusieurs invasions du *Doryphora* de la Pomme de terre et que récemment encore, en suivant mes conseils, les cultivateurs d'Argenteuil, sous l'habile impulsion de l'un d'entre eux, ont préservé les cultures d'asperges des attaques d'une Mouche assez voisine de *Ceratitis*, le *Platyparea pœciloptera* Schrank ([1]), qui menaçait d'étendre son aire de dispersion.

En ce qui concerne *Ceratitis* mes recommandations ont été vaines et se sont heurtées à la plus grande indifférence de la part des intéressés, des Revues agricoles et des pouvoirs publics.

Cependant l'insecte a poursuivi insidieusement ses ravages et, à l'heure

---

([1]) Voir A. Giard. *La Mouche de l'asperge* Platyparea pœciloptera *Schrank*. (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, t. LV, 4 juillet 1903, p. 907), et A. Diegner, *Étude sur la Mouche de l'asperge*, Argenteuil, 1903.

actuelle, les éventualités que je redoutais en 1900 se sont en partie réalisées : les pêches sont sérieusement atteintes en diverses localités des environs de Paris et il n'est que temps d'agir si l'on veut éviter de voir se produire, à la faveur de quelques étés secs, des désastres analogues à ceux que la *Mouche des fruits* a causés pendant plusieurs années au Cap de Bonne-Espérance.

La présente Note n'a d'autre but que de jeter un nouveau cri d'alarme. Il est en effet très difficile de combattre le *Ceratitis* là où il s'est solidement implanté. J'ai indiqué dans ma précédente Communication les divers moyens qui me paraissent les plus efficaces pour enrayer le fléau. Mais la biologie de l'insecte présente encore bien des lacunes et il importe de savoir si elle ne se modifie pas sous notre climat (¹). Des recherc' es s'imposent pour déterminer dans quelles conditions et à quel état ι lieu l'hivernage de *Ceratitis*. Il serait très important aussi de savoir si, dès aujourd'hui, l'insecte n'a pas envahi quelque fruit sauvage au voisinage des vergers, ce qui expliquerait la multiplication des générations qui précèdent la maturité de nos fruits comestibles. Enfin il reste encore à vérifier si des introductions nouvelles ne sont pas possibles, chaque année, par l'importation de fruits étrangers (oranges, etc.) provenant de pays contaminés.

Toutes ces questions ne peuvent être résolues qu'avec le concours des cultivateurs dont l'attention n'est trop souvent attirée sur les fléaux qui les menacent qu'au moment où ceux-ci ne peuvent plus être évités ni même combattus utilement.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Le tremblement de terre de Valparaiso (1906, août 16), enregistré à Paris.* Note de M. G. **Bigourdan.**

Les secousses produites par ce tremblement de terre ont été enregistrées, à l'Observatoire de Paris, par le sismographe dont l'Institut a géné-

---

(¹) Les échanges d'insectes nuisibles entre les divers pays et même les divers continents deviennent chaque jour plus fréquents et méritent d'être étudiés avec soin au point de vue des changements de mœurs possibles. Il y a quelques jours, je recevais de Percival Parrott, entomologiste à la Station d'Agriculture de Geneva (New-York), des exemplaires d'un *Polydrosus* qui n'est autre que notre vulgaire *Polydrosus impressifrons* Gyllh. Introduit aux États-Unis, ce Curculionide est devenu un ennemi sérieux des peupliers, alors qu'il est considéré chez nous comme un insecte presque inoffensif.

reusement fait les frais et j'ai l'honneur de placer sous les yeux de l'Académie les derniers sismogrammes fournis par cet appareil.

Ce sismographe [1], du système J. Milne, est double, c'est-à-dire se compose essentiellement de deux pendules horizontaux, qui ont chacun environ 1^{m} de long. L'un d'eux (pendule droit, pendule N.-S.) a sa position d'équilibre dans le méridien et est dirigé vers le Nord, de sorte qu'il est surtout sensible aux mouvements qui vont de l'Est à l'Ouest.

L'autre (pendule coudé, pendule E.-O.) a sa position d'équilibre dans le premier vertical, et par suite il accuse principalement les mouvements Nord-Sud; il est dirigé vers l'Est, mais il est coudé, pour ramener son extrémité libre au voisinage de celle du premier, afin de pouvoir enregistrer sur la même feuille les mouvements des deux pendules.

L'enregistrement se fait photographiquement, sur une feuille de papier sensible, tendue sur un cylindre de 1^{m} de circonférence. Un mouvement d'horlogerie fait tourner ce cylindre et en même temps le fait avancer d'une manière continue parallèlement à l'axe, ce qui évite la superposition des inscriptions. La vitesse du mouvement est telle que 1 minute de temps correspond, sur la feuille sensible, à un déplacement de 4^{mm} environ, de sorte que l'heure peut être déterminée à 4 secondes ou 5 secondes près. Les repères d'heure sont obtenus, de demi-heure en demi-heure, au moyen d'un obturateur électrique qui arrête la lumière et qui est commandé par une horloge système Chronos. Le changement de feuille, qui se fait tous les deux jours, a eu lieu vers 9^{h} du matin, les 15, 17 et 19 août. Actuellement l'oscillation simple de chacun des pendules a une durée de 7 secondes.

Le 15 et le 16 août ce sismographe n'a enregistré que quelques pulsations, comme il s'en produit très fréquemment, et qui se traduisent aux extrémités des pendules par des déplacements dont l'amplitude n'atteint pas 1^{mm}.

Les ondulations produites ici par le tremblement de terre ne sont pas arrivées d'une manière soudaine; il s'est écoulé près de 40 minutes entre les premières oscillations bien accusées et celles qui ont été les plus grandes : pour ces dernières les mouvements du pendule droit avaient une amplitude dépassant 11^{mm}.

---

(1) Cet appareil, que j'ai mis récemment en expérience avec le concours de M. E. Nugues, est sous la surveillance de M. H. Guénaire depuis le 1er de ce mois. Son installation est encore provisoire, mais bonne; il attend quelques perfectionnements qui sont en cours d'exécution chez le constructeur, M. R.-W. Munro, et qui sont destinés uniquement à faciliter les réglages.

Les premiers mouvements notables se sont produits dans la nuit du 16 au 17 août, vers minuit 45 minutes; et, quant aux plus marqués, ils ont commencé respectivement aux heures suivantes : $1^h13^m44^s$, $1^h15^m41^s$, $1^h21^m59^s$.

Et leurs durées, déduites de l'amplitude croissante de la courbe fournie par le pendule droit, sont respectivement de 1^m20^s, 3^m0^s, 2^m20^s. Entre 1^h45^m et 2^h15^m les mouvements ont été à peu près continuels, puis ils ont baissé rapidement d'amplitude, mais n'ont cessé complètement que vers 5^h du matin.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Address prepared by Senator Charles N. Prouty *to commemorate the two hundredth anniversary of the birth of Benjamin Franklin in the senate chamber of Massachusetts January* 17, 1906.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Finlay faites au grand équatorial de l'Observatoire de Bordeaux.* Note de M. E. **Esclangon**.

Observations de la comète.

Dates. 1906.	Étoiles.	Temps sidéral de Bordeaux.	Δα.	ΔP.	Nombre de comparaisons.
		h m s	m s	′ ″	
Août 1......	a	23.15.20,4	+1.59,93	— 8.11,3	24:6
4......	b	0. 7.56,4	—3.15,66	— 6.46,3	20:5

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1906,0.

Étoiles.	Autorités.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
a........	War., n° 278	1.42.17,61	+1,28	93.35. 5,5	+9,90
b........	A.G., Nicolaïew, n° 466	2.15.17,13	+1,20	90.53.35,2	+8,21

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1906.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Août 1.....	14.36.11,9	1.44.18,81	—$\bar{1}$,402	93.34.55,6	—0,816
4.....	15.16.51,6	2.12. 2,67	—$\bar{1}$,340	90.46.40,7	—0,801

La comète se présente sous l'aspect d'une nébulosité symétrique autour d'un noyau peu apparent.

Le 4 août, l'observation est très difficile à cause de l'éclairement produit par la Lune.

ASTRONOMIE. — *Orbite définitive de la comète* (1905, *a*). Note de M. GIACOBINI, présentée par M. Bassot.

De l'ensemble des observations faites à Alger, Bordeaux, Mont Hamilton, Marseille, Nice, Paris, Strasbourg, Toulouse, Vienne, Washington, j'ai déduit les lieux normaux suivants :

1905. Mars 29,033117	$5^h 53^m 47^s,00$ $+14°15'36'',32$
1905. Mai 10,190301	$9^h 31^m 59^s,62$ $+48°51'57'',30$
1905. Juin 21,389309	$12^h 49^m 59^s,52$ $+43°\ 8'59'',91$

Dans la détermination de ces valeurs quelques étoiles de Catalogues récents ont été substituées à des étoiles puisées dans de vieux Catalogues : 400 Weisse$_2$; 378-79 Weisse$_2$; 1461 Arg. OE.; 9972 Arg. OE. ont été remplacées par 2342 Berlin B.; 2415 Berlin B.; 6861 Bonn; 7161 Bonn.

Les lieux normaux m'ont conduit aux éléments ci-après :

Époque : 1905 mai 10,5 t. m. de Paris.

$$M = 0°.\ 7'.14'',87$$
$$\left.\begin{aligned}\pi &= 155.37.\ 3,67\\ \Omega &= 157.22.31,64\\ i &= 40.14.13,20\end{aligned}\right\}\ \text{équinoxe et écliptique moyens de 1905,0.}$$
$$\varphi = 77.\ 9.\ 0,18$$
$$\log a = 1,648\,6438$$
$$\log \mu = 1,077\,0409$$
$$\mu = 11'',9410$$

Durée de la révolution : $297^a,15$.

Constantes équatoriales 1905,0.

$$x = r(\bar{1},986\,1598)\sin(250°.35'.37'',83 + v),$$
$$y = r(\bar{1},986\,7619)\sin(156.54.22,26 + v),$$
$$z = r(\bar{1},541\,1895)\sin(\ 24.22.\ 1,50 + v).$$

Représentation des observations.

1905.		cos δ Δα.	Δ δp.
		s	″
Mars 26	Nice........	+0,27	+ 4,2
27	Nice........	−0,11	+ 4,0
27	Nice........	+0,05	− 2,8
27	Mt Hamilton..	−0,03	− 1,4
28	Nice........	+0,14	+ 3,5
28	Nice........	+0,08	+ 0,1
28	Marseille....	+0,27	+ 6,4
28	Strasbourg...	+0,16	− 3,3
28	Washington..	−0,08	− 2,1
28	Alger.......	−0,21	+ 2,0
28	Alger.......	−0,14	0,0
28	Paris........	+0,12	− 1,4
28	Paris........	−0,21	− 0,3
29	Nice........	−0,14	− 0,7
29	Marseille....	+0,27	+ 8,2
29	Washington..	−0,13	− 4,8
29	Alger.......	−0,03	+ 3,1
29	Alger.......	+0,23	+ 2,8
29	Vienne......	0,00	− 4,0
30	Nice........	+0,02	− 3,9
30	Nice........	−0,27	+ 2,5
30	Mt Hamilton..	+0,08	+ 1,3
30	Marseille....	−0,32	− 0,4
30	Strasbourg...	−0,18	+ 3,5
30	Alger.......	+0,15	+ 1,8
30	Alger.......	+0,08	− 0,4
30	Washington..	+0,09	− 0,5
31	Washington..	−0,06	+ 0,6
31	Mt Hamilton..	−0,13	− 0,7
31	Paris........	+0,12	+ 1,1
31	Paris........	−0,10	− 2,4
31	Paris........	+0,11	− 1,7
31	Paris........	−0,26	− 1,3
Avril 1	Nice........	+0,03	− 0,2
1	Vienne......	−0,10	+ 0,8
1	Mt Hamilton..	−0,06	+ 1,4
1	Strasbourg...	+0,17	− 0,6
1	Washington..	+0,23	− 3,3
2	Washington..	+0,21	+ 2,1
3	Washington..	−0,15	0,0
3	Alger......	−0,10	+ 0,5

1905.		cos δ Δα.	Δ δp.
		s	″
Avril 3	Alger.......	+0,08	− 0,9
3	Nice........	+0,17	+ 3,4
3	Strasbourg...	−0,13	+ 2,6
3	Mt Hamilton..	+0,03	+ 1,5
4	Marseille....	−0,29	+ 0,4
4	Alger.......	−0,01	− 0,8
4	Alger.......	+0,08	− 2,3
4	Nice........	−0,04	− 2,1
4	Nice........	+0,27	+ 0,7
5	Marseille....	+0,28	+ 5,5
5	Nice........	+0,25	− 2,1
5	Nice........	−0,11	− 0,9
6	Nice........	+0,17	− 0,7
6	Nice........	−0,17	+ 3,1
6	Alger.......	+0,15	− 2,3
6	Alger.......	+0,30	− 0,3
7	Nice........	−0,06	+ 2,1
7	Nice........	−0,27	− 1,5
7	Mt Hamilton..	+0,01	+ 1,6
7	Marseille....	−0,46	− 3,1
7	Alger.......	−0,02	− 5,0
7	Alger.......	+0,07	+ 2,6
7	Washington..	−0,44	+ 2,0
8	Nice........	+0,17	+ 0,9
8	Vienne......	−0,30	− 0,5
8	Nice........	+0,06	− 0,1
8	Toulouse....	+0,01	+ 3,5
8	Washington..	−0,25	+ 5,5
22	Washington..	+0,08	0,0
23	Washington..	−0,27	− 2,4
23	Mt Hamilton..	−0,06	− 0,5
24	Washington..	+0,01	+ 2,6
26	Bordeaux....	0,00	+ ,21
27	Bordeaux....	+0,02	− 2,1
28	Vienne......	−0,06	+ 1,8
28	Nice........	+0,09	+ 5,4
28	Nice........	−0,07	− 2,6
Mai 1	Washington..	−0,07	− 1,4
1	Nice........	+0,01	+ 1,7
2	Nice........	−0,18	− 1,5
2	Nice........	+0,29	0,0

Représentation des observations (suite).

1905.		cos δ Δα.	Δ δp.	1905.		cos δ Δα.	Δ δp.
Mai 2	Toulouse....	—0^{s},28	— 2$''$,5	Mai 23	Washington..	—0^{s},24	— 4$''$,9
2	Washington..	—0,14	— 2,6	25	Nice........	+0,05	+ 0,2
2	Bordeaux....	+0,24	+ 1,2	27	Nice........	+0,22	+ 3,6
3	Nice........	—0,13	— 4,5	29	Nice........	—0,21	— 7,1
3	Strasbourg...	—0,23	+ 5,3	29	Nice........	+0,37	+ 1,5
3	Marseille....	+0,24	— 2,5	29	Strasbourg...	—0,23	— 3,3
5	M[t] Hamilton..	—0,04	+ 1,3	30	Nice........	+0,31	— 5,1
7	Strasbourg...	—0,05	— 2,9	31	Nice........	+0,44	+ 2,3
8	Marseille....	+0,48	+10,1	Juin 1	Washington..	+0,25	— 2,5
9	Marseille....	—0,21	+ 7,5	2	Nice........	—0,08	— 8,3
9	Bordeaux....	+0,18	— 6,2	3	Nice........	+0,58	+ 1,5
9	Strasbourg...	—0,38	— 1,9	7	Nice........	+0,23	— 2,8
11	Strasbourg...	+0,09	+ 2,3	20	Nice........	+0,08	+ 1,6
21	Washington..	+0,07	— 1,9	21	Nice........	—0,27	— 1,3
21	M[t] Hamilton..	—0,10	— 3,6	22	Nice........	+0,23	— 1,2

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les points d'ébullition de quelques alcools secondaires et tertiaires.* Note de M. **G.-D. Hinrichs.**

On peut facilement calculer les moments d'inertie maxima des alcools récemment examinés par M. Louis Henry (*Comptes rendus*, t. CXLIII, 1906, p. 102-104), d'après les directions données dans ma Note présentée le 30 juin 1873 (*Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 1592-1594). Il suffira même de ne considérer que la dimension principale de la molécule, que nous prenons pour axe des x. Cette simplification ne peut donner qu'une première approximation, mais elle permettra aux chimistes qui n'ont pas encore l'habitude de tels calculs de suivre notre démonstration.

Premièrement il faut donner les formules communes de ces alcools et leur simplification susdite, représentant les masses groupées et finalement rangées sur l'axe des x. Nous donnerons aussi tous les calculs demandés par la Note de 1873 en détail pour $n = 5$ et les résultats finaux pour n compris entre 5 et 9.

	Alcool tertiaire.	Alcool secondaire.
Formule.....	$CH^3-\underset{OH}{\overset{CH^3}{C}}-CH^2-CH^2-\ldots$	$CH^3-\overset{CH^3}{CH}-\underset{OH}{CH}-CH^2-\ldots$

	Alcool tertiaire.					Alcool secondaire.				
		15					15			
Masses......	15 —	12 —	14 —	14 —...		15 —	13 —	13 —	14 —...	
		17					17			
Soit m......	15 —	44 —	14 —	14 —...		15 —	28 —	30 —	14 —...	
x..........	0	1	2	3	...	0	1	2	3	...
Σmx........	0	44	28	42	...	0	28	60	40	...
Σmx^2.......	0	44	56	126	...	0	28	120	126	...

Pour $n = 5$ on a $M = C^5H^{12}O = 88$ et l'on trouve (¹) pour l'alcool

	Σmx.	ξ.	Σmx^2.	$M\xi^2$.	I.
Tertiaire...........	117	1,33	235	156	79
Secondaire.........	133	1,51	283	201	82

De même pour tous les autres alcools. Les moments d'inertie maxima ainsi calculés sont :

Pour n......	5.	6.	7.	8.	9.	....
Alcool tertiaire...	79	168	309	501	746	...
Alcool secondaire.	82	161	286	468	712	...

Donc, pour les alcools tertiaires, les valeurs des moments d'inertie sont plus petites au commencement de la série, mais elles croissent plus rapidement avec le prolongement de la chaîne et bientôt excèdent celles des alcools secondaires. Il faut se rappeler que nous avons complètement négligé la considération de la distribution des masses dans la direction des y et des z; ceci ne peut influer sur le caractère général du résultat énoncé, mais doit modifier la valeur de n pour laquelle le moment d'inertie de l'alcool tertiaire devient égal à celui de l'alcool secondaire.

Mais la température d'ébullition est fonction du moment maximum d'inertie (*Comptes rendus*, t. LXXVI, 1873, p. 1408-1410). Donc ces températures devront suivre l'ordre des moments d'inertie donnés. C'est précisément ce résultat que M. Louis Henry a trouvé par l'observation empirique et directe (*Comptes rendus*, t. CXLIII, 1906, p. 102-104), résultat qui lui a paru « tellement extraordinaire » qu'il avoue avoir « eu quelque peine à en admettre la réalité » (*loc. cit.*, p. 103). Il finit (*loc. cit.*

(¹) Le moment d'inertie pour le centre de gravité de la molécule est $I = \Sigma mx^2 - M\xi^2$ (*loc. cit.*).

p. 104) par la déclaration : « C'est là un fait qui est certes bien digne de remarque. »

Voici les déterminations des points d'ébullition de M. Louis Henry (*l. c.*, p. 104) :

n.	5.	6.	7.	8.
Alcool tertiaire	102°	122°	142°	162°
Alcool secondaire	112°	128°	142°	154°

On voit que les températures sont égales pour $n = 7$; dans notre première approximation, dans laquelle nous avons supposé toutes les masses placées dans la ligne des x, le point d'égalité serait entre 5 et 6. Les limites d'une Note ne permettent point d'entrer dans une discussion plus détaillée de ce Chapitre de la Mécanique moléculaire (voir *Comptes rendus*, t. LXXVIII, 1875; t. CXIV, CXV, 1891; t. CXVI, CXVII, 1892). Je voudrais aussi renvoyer à mes Ouvrages en anglais de 1874, 1897 et 1904.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur les relations entre groupements fonctionnels en positions éloignées. Décaméthylène-imine.* Note de MM. **E.-E. Blaise** et **L. Houillon**, transmise par M. A. Haller.

Dans une Note précédente nous avons établi que l'action de la chaleur sur le chlorhydrate de l'octométhylène-imine conduit à une base qui est constituée surtout par l'$\alpha.n$-butylpyrrolidine. Afin de vérifier s'il existait une périodicité réelle dans la cyclisation des diamines, nous avons appliqué la même réaction au chlorhydrate de la décaméthylène-diamine. La position des deux fonctions amine dans ce composé est, en effet, celle qui est le plus favorable à une cyclisation. MM. Phookan et Krafft, en chauffant le chlorhydrate de décaméthylène-diamine, ont obtenu antérieurement une base à laquelle ils ont donné le nom de décaméthylène-imine. M. Krafft, reprenant tout récemment ce travail, a obtenu, en oxydant le dérivé benzoylé de la base, un acide benzoylaminocaprique dans lequel il assigne, aux fonctions acide et amine, les positions 1, 10, mais sans le démontrer. Ce point serait essentiel, car il ferait voir que la base possède réellement la constitution d'une décaméthylène-imine. Nos recherches conduisent à des conclusions toutes différentes.

Nous avons constaté, tout d'abord, que la base obtenue par action de la

chaleur sur le chlorhydrate de la décaméthylène-diamine n'est pas absolument homogène; comme dans le cas précédemment étudié par nous, elle renferme une base pyrrolidique, l'$\alpha.n$-hexylpyrrolidine, mais en quantité très faible.

Cette pyrrolidine peut être isolée sous forme de dérivés : chloroplatinate, chloraurate et urée. Afin d'identifier cette pyrrolidine, nous l'avons préparée synthétiquement en suivant le même procédé que dans le cas de la butylpyrrolidine. La synthèse conduit à une base dont le chloroplatinate fond à 117°, le chloraurate à 85° et l'urée à 146°. Ces constantes sont identiques à celles des dérivés qu'on peut préparer et purifier par des traitements appropriés, en partant de la base obtenue par action de la chaleur sur le chlorhydrate de la décaméthylène-diamine.

Cette dernière base renferme donc de l'hexylpyrrolidine, mais elle est constituée en majeure partie par une autre base, ou un mélange d'autres bases. Comme la décaméthylène-imine pouvait s'y rencontrer, nous avons entrepris la synthèse de l'acide 10-aminocaprique. Au cas où cet acide eût été identique à celui qu'a obtenu M. Krafft, la présence et la constitution de la décaméthylène-imine eussent été démontrées, car l'acide aminé préparé par cet auteur est différent de l'acide γ-aminocaprique que nous avons également préparé synthétiquement pour arriver à l'hexylpyrrolidine.

La voie synthétique que nous avons suivie est résumée dans les formules suivantes :

$$\begin{aligned} CO^2H - (CH^2)^9 - CO^2H \rightarrow\; & CO^2H - (CH^2)^9 - CO - NH^2 \\ \rightarrow\; & CO^2H - (CH^2)^8 - CH^2 - NH^2. \end{aligned}$$

L'acide 10-aminocaprique synthétique est facilement soluble dans l'eau bouillante, mais très peu soluble à froid, il fond à 187°-188°. Son chlorhydrate lui-même n'est pas très soluble dans l'eau et l'on peut le faire recristalliser dans ce dissolvant. Lorsque, dans la solution aqueuse concentrée de ce chlorhydrate, on ajoute la quantité équivalente de soude, l'amino-acide se précipite en grande partie. Enfin le dérivé benzoylé de l'amino-acide cristallise dans l'alcool légèrement étendu en petits mamelons blancs qui fondent à 97°. Toutes ces constantes et toutes ces propriétés différencient l'acide 10-aminocaprique de l'acide obtenu par M. Krafft à partir de la prétendue décaméthylène-imine.

De ces faits il résulte donc que les réactions entre groupements fonctionnels dans une même molécule ne sont pas une fonction périodique de la position de ces groupements fonctionnels ou, tout au moins, rien jusqu'ici ne permet de le supposer. Cette conclusion semble d'ailleurs d'ordre général et s'applique également à la fermeture des chaînes carbonées sur 1^{at} d'oxygène.

En outre, si les composés obtenus par M. Krafft sont des corps bien définis et si les propriétés qu'il leur attribue sont exactes, la base qui

accompagne l'hexylpyrrolidine est différente de la décaméthylène-imine, cette dernière n'existant pas.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *De l'influence de quelques composés minéraux sur la liquéfaction des empois de fécule.* Note de MM. **J. Wolff** et **A. Fernbach**, transmise par M. A. Laveran.

Dans une Note antérieure (*Comptes rendus,* 15 mai 1905), nous avons signalé l'influence considérable de la chaux contenue dans la fécule sur la viscosité des empois qu'elle fournit, et nous avons montré la facilité avec laquelle se solubilise cette même fécule débarrassée de chaux.

En étudiant de plus près cette influence, sur laquelle nous avons été les premiers à attirer l'attention, nous avons reconnu qu'elle n'est pas limitée à la chaux, mais qu'elle se retrouve aussi avec d'autres bases, et nous avons été amenés à mettre en lumière le rôle important que joue dans ces phénomènes la réaction au méthylorange.

I. Pour démontrer l'influence des bases sur la viscosité des empois chauffés sous pression, il est clair qu'il faut s'adresser à de la fécule renfermant aussi peu que possible de ces corps. On peut employer soit de la fécule extraite à l'eau distillée, ne renfermant que des traces indosables de chaux ou de magnésie et n'exigeant que des traces d'acide pour être ramenée à la neutralité au méthylorange, soit de la fécule débarrassée de ces substances par un traitement à l'acide chlorhydrique à 1 pour 1000, suivi d'un lavage à l'eau distillée.

La fécule V des expériences ci-dessous appartient à la première catégorie; les fécules O et R font partie de la deuxième et renfermaient primitivement 1^{mg} environ de CaO par gramme. $2^g,5$ de ces diverses fécules ont été transformés en empois avec 50^{cm^3} d'eau, après addition préalable de quantités équimoléculaires de diverses substances basiques, ou après contact avec de l'eau chargée de ces substances. Puis on a chauffé pendant 1 heure à 144° pour la fécule V, et 30 minutes à 125° pour O et R. La viscosité a été appréciée de la manière que nous avons indiquée antérieurement (*loc. cit.*), en employant une burette qui laisse écouler 25^{cm^3} d'eau distillée en 20 secondes.

Fécule V.

Substances ajoutées.	Viscosité.
Néant	35^s
$2^{mg},5$ Al^2O^3	35^s
$4^{mg},2$ CO^3Mg	2^m33^s
5^{mg} CO^3Ca	2^m25^s

	Fécule O.	Fécule R.	
	Viscosité.	Viscosité.	
		Sur 10^{cm^3}.	Sur 25^{cm^3}.
Fécule lavée à l'eau distillée........................	22^s	9^s	25^s
» Après contact avec eau ammoniacale....	2^m	$2^m 15^s$	»
» eau calcaire............	2^m	$1^m 45^s$	9^m
» CO^3Na^2 à 1 pour 100.....	»	$1^m 50^s$	»

On voit que l'alumine n'a aucune influence, et que l'influence de la magnésie, de la chaux, de l'ammoniaque et de la soude est à peu près la même.

II. Si, au lieu d'enlever les bases à de l'amidon impur par traitement à l'acide suivi d'un lavage à l'eau distillée, comme nous l'avons fait pour les fécules O et R des expériences précédentes, on ajoute directement dans l'empois un acide fort, sulfurique ou phosphorique, en ramenant la réaction au voisinage de la neutralité à l'orangé, on observe que l'empois dont la réaction a été ainsi modifiée perd très facilement sa viscosité quand on le chauffe sous pression, et la présence des sels formés avec l'acide n'a aucune influence.

On en trouvera ci-après quelques exemples. Dans les deux premiers, on a employé des empois de fécules (toujours 50^{cm^3} à 5 pour 100) renfermant naturellement des bases alcalino-terreuses, et exigeant pour leur neutralisation : N, $1^{mg},5$; G, $0^{mg},4$ SO^4H^2. La troisième fécule a été laissée en contact avec de l'ammoniaque après décalcification, et renferme $20^{mg},6$ AzH^3 pour 100. La quatrième a été traitée de même par la soude. Après neutralisation, on a chauffé les deux premiers empois pendant une demi-heure à 122° et les deux autres pendant une demi-heure à 130°.

	Fécule naturelle.		Fécule traitée par	
	N.	G.	AzH^3.	NaOH.
Empois tel quel........................	2^m	$3^m 45^s$	55^s	1^m
Empois neutralisé......................	30^s	30^s	22^s	22^s

Lorsqu'on emploie de l'amidon décalcifié, il n'est pas nécessaire de chauffer l'empois sous pression pour voir apparaître des changements de viscosité très sensibles. Il suffit de produire à froid des modifications très faibles de la réaction autour de la neutralité à l'orangé; ainsi il suffit d'ajouter, dans un empois à 5 pour 100, 0,16 pour 100 de l'amidon (soit 80 millionièmes dans l'empois) de soude ou d'acide sulfurique, pour voir augmenter ou diminuer la viscosité.

Les faits exposés dans la présente Note appellent une explication, que

nous nous proposons de donner prochainement en nous basant sur de nouvelles expériences.

ZOOLOGIE. — *Les cultures de Protozoaires et les variations de la matière vivante.* Note de MM. J. Kunstler et Ch. Gineste, présentée par M. Alfred Giard.

Il y a déjà une dizaine d'années, l'un d'entre nous (*Comptes rendus*, 1898, et *Soc. linn. de Bordeaux*, 1898) a montré combien était importante l'influence du milieu sur la structure des Protozoaires. Plus récemment (*Soc. Biol.*, 1906) nous avons étudié cette question à un point de vue plus spécial. Nous avons montré que, chez certains parasites, le protoplasma présentait un aspect variable avec l'état de santé et de stabulation de leurs hôtes.

Des Opalines, prises dans l'ampoule rectale de Grenouilles fraîchement capturées, ont un protoplasma d'un aspect hétérogène caractéristique, dont l'observation est à la portée de tous les micrographes. Grâce à un tour de main spécial, nous avons réussi à obtenir des photographies démonstratives qui ne sauraient laisser aucun doute sur la réalité des images observées. Nous donnons ici deux clichés reproduisant nos photographies et montrant un réseau tégumentaire total ou partiel, variable avec le plan reproduit.

En observant les hôtes de Grenouilles captives, au fur et à mesure que la bonne santé primitive de celles-ci s'altère, il devient moins facile de discerner ce réseau. Au bout d'un certain temps, lorsque les Grenouilles se trouvent à un état très anormal, il arrive que rien ne se voit plus de cette constitution tégumentaire d'abord si nette. Aux limites extrêmes de cette évolution, on ne voit plus nager que des sortes d'êtres sarcodiques, à substance muqueuse continue, farcie d'une foule de granulations plus ou moins animées d'un mouvement brownien. Toutefois, leur forme générale reste plus ou moins bien définie, et ils se déplacent grâce aux mouvements de leur revêtement ciliaire.

Ces constatations étant faites, nous avons cherché à nous rendre compte de ce que pouvait devenir la structure primitive dans les cas où l'on ferait vivre ces organismes dans des cultures diverses. La découverte d'un milieu de culture permettant la vie des Opalines a été facile. Parmi un cer-

tain nombre d'autres, nous nous bornerons à citer ici l'eau salée physiologique et même l'eau pure.

Les Opalines y vivent bien et nous aurons à attirer, plus tard, l'attention des naturalistes sur leur intéressante évolution, en dehors de leurs hôtes, dans l'eau pure.

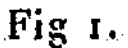


Fig 1.

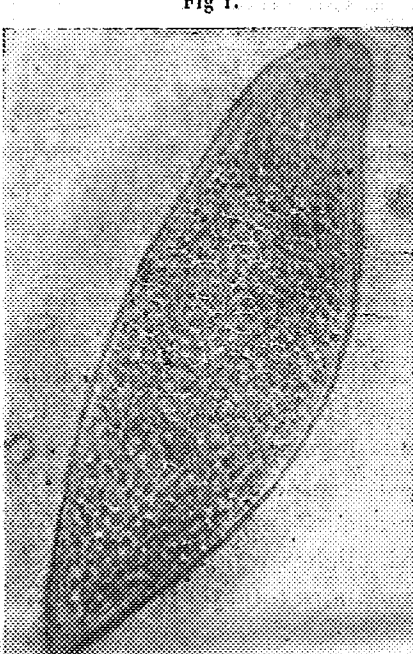
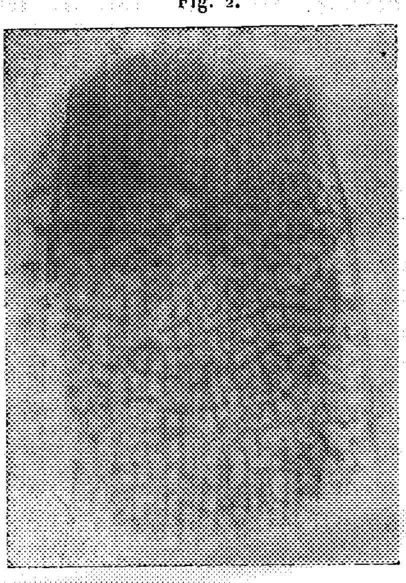


Fig. 2.



Pour le moment, nous nous bornons à signaler les modifications de constitution que nous avons observées chez des individus d'abord bien structurés et semés ensuite dans les cultures.

Ils y vivent longtemps. Leurs mouvements acquièrent plus de lenteur, mais aussi plus d'ampleur. Leur structure paraît disparaître en totalité sans laisser aucune trace apparente. Il est à remarquer qu'il ne s'agit pas seulement ici de la structure du protoplasma, mais encore de toutes les autres dispositions anatomiques intérieures. Les fixations les plus méticuleuses, les colorations les plus soignées, les tours de main généralement les plus fructueux ne montrent plus alors qu'une substance d'aspect glutineux et continue, analogue à celle qui a été signalée plus haut.

Ces faits nous paraissent susceptibles d'avoir un retentissement intéressant sur la conception de l'état de structure du protoplasma normal. Mais il n'est pas facile de décider en dernier ressort si la constitution typique disparaît réellement ou si elle n'est que masquée par certains phénomènes

de turgescence de l'ensemble des parties protoplasmiques plus ou moins abondamment imbibées par le liquide périphérique.

Toutefois, il ne faut pas oublier que les modifications décrites s'observent *in vivo*. Le cycle vital d'un même être peut donc montrer des variations d'apparence essentielles. Dans ces conditions, il est difficile de ne pas penser qu'après la mort de semblables phénomènes peuvent aussi se produire. L'imperfection et la diversité des procédés techniques nous amènent à la constatation d'un fait que l'expérience journalière nous enseigne sans cesse. Nous pouvons dire qu'à peu de choses près il existe autant de conceptions de la structure du protoplasma qu'il y a d'auteurs qui s'en soient occupés. C'est là une suite logique de l'extrême variabilité de celui-ci avec les conditions de préparation et d'observation. Quoi qu'il en soit, l'étude de ces mutations n'intéresse pas seulement le morphologiste ; elle est aussi du domaine du physiologiste et du philosophe. La facilité relative avec laquelle nos observations peuvent être renouvelées les met à la portée de tous ceux qui pourraient désirer s'y consacrer.

M. **David Stenquist** adresse la description et deux photographies d'un *Appareil permettant de déterminer la vitesse de diffusion des électrolytes dilués*, par l'application de la formule de Schumeister.

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 6 aout 1906.

Descriptions et figures des Cypéracées de France, Suisse et Belgique, par T. Husnot. Cahan, Husnot, 1905-1906; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Le nouveau bassin houiller de la Lorraine française, par Francis Laur. (Extr. des publications du Congrès international des Mines, de la Métallurgie, de la Mécanique et de la Géologie appliquées.) Liége, Vaillant-Carmanne, 1905; 1 fasc. in-8°.

Recueil de l'Institut botanique (Université de Bruxelles), publié par L. Errera; t. I. Bruxelles, Lamertin, 1906; 1 vol. in-8°.

Recueil de l'Institut botanique Léo Errera (Université de Bruxelles), publié par JEAN MASSART; t. VI. Bruxelles, Lamertin, 1906; 1 vol. in-8°.

O acido salicylico E. A. questão dos vinhos portuguezes no Brazil em 1900, obra do Sr H. PELLET, por A.-J. FERREIRA DA SILVA. Coimbra, 1906; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Yearbook of the United States department of agriculture, 1905. Washington, Government printing office, 1906; 1 vol. in-8°.

Archives des Sciences biologiques, publiées par l'Institut impérial de Médecine expérimentale à Saint-Pétersbourg; t. XII, n° 2. Saint-Pétersbourg, 1906; 1 fasc. in-4°.

Sveriges geologiska undersökning; série A 1, *a*; série A *a*, nos 120, 125 et 126, 130 et 131, 133; série C, nos 197 à 200. Stockholm, 1905; 12 fasc. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 13 AOUT 1906.

Bulletin de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie, 2e série, t. IX, 1905, 2e série, t. X, 1906. Bruxelles, Hayez, 1906; 2 fasc. in-8°.

Bulletin du département de l'Agriculture aux Indes néerlandaises, nos 2 et 3. Buitenzorg, 1906; 2 fasc. in-8°.

Annuario del Circolo matematico di Palermo, 1906; 1 broch. in-8°.

Boletin del Cuerpo de Ingenieros de Minas del Perù, nos 29, 35, 36. Lima, 1906; 3 broch. in-8°.

Missouri. Geological Survey; t. XIII : preliminary Report 1900. Tribune printing Company, 1900; 1 vol. in-8°.

The geology of Miller county; 2e série, t. I. Tribune printing Company, 1903; 1 vol. in-8°.

The quarrying industry of Missouri; 2e série, t. II. Tribune printing Company, 1904; 1 vol. in-8°.

The geology of Moniteau county; 2e série, t. III. The Hugh Stephens printing Company, Jefferson city; 1 vol. in-8°.

The geology of the Granby Area; 2e série, t. IV. The Hugh Stephens printing Company, Jefferson city; 1 vol. in-8°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 AOUT 1906,

PRÉSIDÉE PAR M. A. CHAUVEAU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

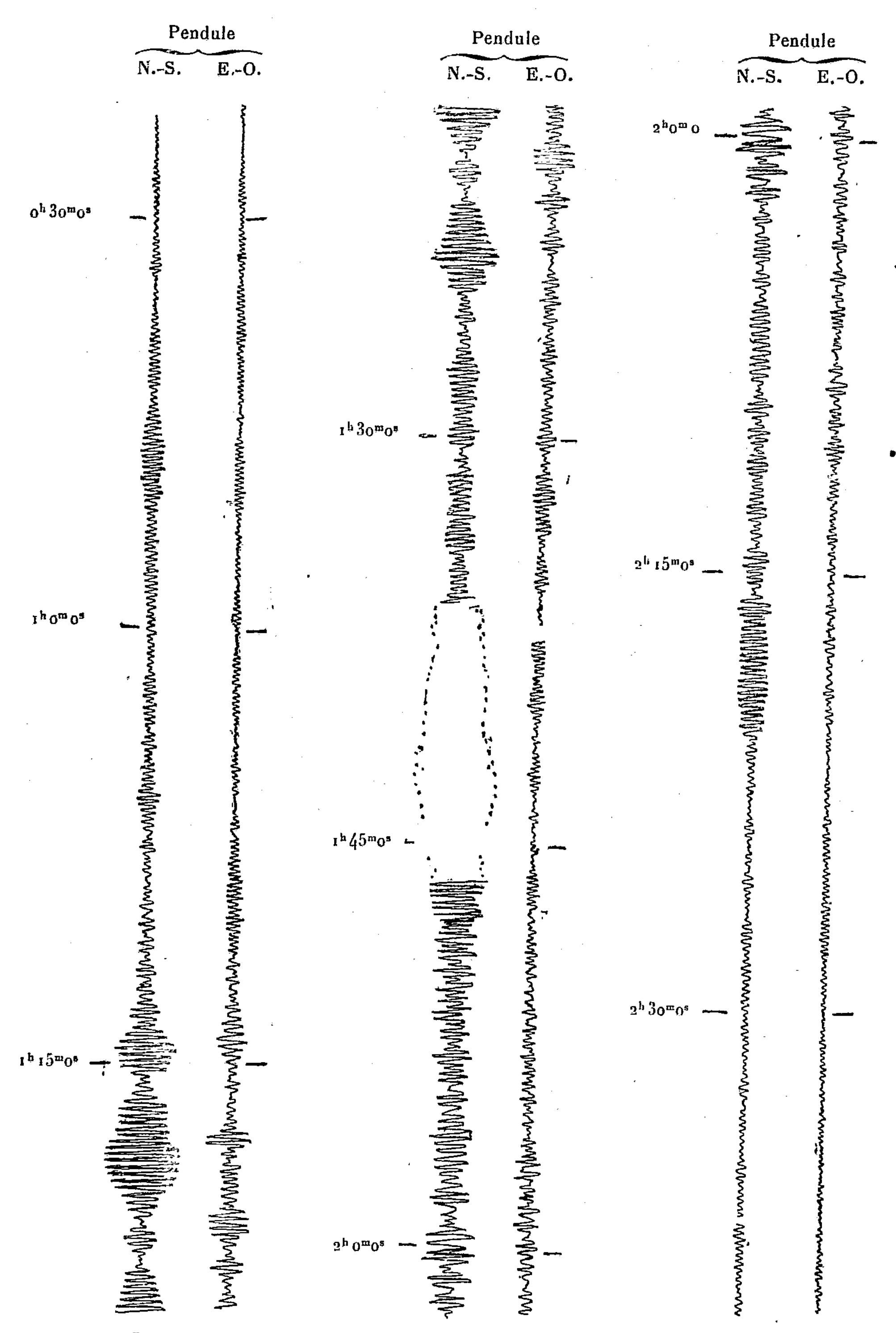
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Le tremblement de terre de Valparaiso* (1906, *août* 16), *enregistré à Paris*. Note de M. G. **Bigourdan**.

Nous avons décrit récemment ([1]) le sismographe installé à l'Observatoire de Paris, et indiqué le mode d'enregistrement qu'on y emploie. Nous donnons ci-après, et rapprochées côte à côte, les courbes qui indiquent les mouvements des deux pendules horizontaux (pendule N.-S. et pendule E.-O.), lors du tremblement de terre de Valparaiso.

Quand ces pendules exécutent de grands mouvements, l'enregistrement photographique est incomplet, parce que le pendule passe trop rapidement, excepté vers les extrémités de sa course. Pour y suppléer, M. Guénaire a joint soigneusement à la main les points extrêmes successifs, et ce sont les courbes ainsi obtenues qui sont reproduites ci-après.

([1]) Voir p. 354 de ce Volume.



Le tremblement de terre du Chili, enregistré à l'Observatoire de Paris, dans la nuit du 16 au 17 août 1906.

MÉCANIQUE. — *Sur les deux chaleurs spécifiques d'un milieu élastique faiblement déformé ; extensions diverses de la formule de Reech.* Note de M. P. Duhem.

Dans une Note précédente [1] dont nous garderons ici les notations, nous avons établi diverses formules générales relatives aux deux chaleurs spécifiques g, G d'un milieu élastique peu déformé. A ces formules nous allons tout d'abord joindre deux relations générales.

Les égalités (5) de la Note précédente donnent aisément

$$(1)\qquad A_i = -\rho \frac{\partial^2 f}{\partial \varepsilon_i \partial \Im}, \qquad B_i = -\rho \frac{\partial^2 f}{\partial \gamma_i \partial \Im},$$

en sorte que l'égalité (8) de la Note précédente peut encore s'écrire

$$(2)\qquad G - g = \frac{1}{\rho}\frac{F(\Im)}{F'(\Im)}(A_1\alpha_1 + \ldots + B_1\beta_1 + \ldots).$$

Les égalités (1), jointes aux égalités (7) de la Note précédente, donnent sans peine l'égalité

$$\begin{aligned} & A_1\Delta\varepsilon_1 + \ldots + B_1\Delta\gamma_1 + \ldots \\ & \quad = \rho\left(\frac{\partial f}{\partial \varepsilon_1}\alpha_1 + \ldots + \frac{\partial f}{\partial \gamma_1}\beta_1 + \ldots\right) \times \left(\frac{\partial f}{\partial \varepsilon_1}\Delta\varepsilon_1 + \ldots + \frac{\partial f}{\partial \gamma_1}\Delta\gamma_1 + \ldots\right) \\ & \qquad + (N_1\Delta\varepsilon_1 + \ldots + T_1\Delta\gamma_1 + \ldots)(\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3). \end{aligned}$$

D'autre part les égalités (5) de la Note précédente permettent d'écrire

$$\begin{aligned} & dN_1\alpha_1 + \ldots + dT_1\gamma_1 + \ldots \\ & \quad = -\rho\left(\frac{\partial f}{\partial \varepsilon_1}\Delta\varepsilon_1 + \ldots + \frac{\partial f}{\partial \gamma_1}\Delta\gamma_1 + \ldots\right)\left(\frac{\partial f}{\partial \varepsilon_1}\alpha_1 + \ldots + \frac{\partial f}{\partial \gamma_1}\beta_1 + \ldots\right) \\ & \qquad - (N_1\alpha_1 + \ldots + T_1\gamma_1 + \ldots)(\Delta\varepsilon_1 + \Delta\varepsilon_2 + \lambda\varepsilon_3). \end{aligned}$$

Ces deux égalités permettent d'écrire

$$(3)\qquad \left\{ \begin{aligned} & A_1\Delta\varepsilon_1 + \ldots + B_1\Delta\gamma_1 + \ldots + dN_1\alpha_1 + \ldots + dT_1\beta_1 + \ldots \\ & \quad = (N_1\Delta\varepsilon_1 + \ldots + T_1\Delta\gamma_1 + \ldots)(\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3) \\ & \qquad - (N_1\alpha_1 + \ldots + T_1\beta_1 + \ldots)(\Delta\varepsilon_1 + \Delta\varepsilon_2 + \Delta\varepsilon_3). \end{aligned} \right.$$

---

[1] *Sur les deux chaleurs spécifiques d'un milieu élastique faiblement déformé; formules fondamentales* (*Comptes rendus*, t. CXLIII, 13 août 1906, p. 335).

On démontre de même la relation

$$(4)\quad \begin{cases} A_1 d\varepsilon_1 + \ldots + B_1 d\gamma_1 + \ldots + \Delta N_1 \alpha_1 + \ldots + \Delta T_1 \beta_1 + \ldots \\ \quad = (N_1 d\varepsilon_1 + \ldots + T_1 d\gamma_1 + \ldots)(\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3) \\ \quad\quad - (N_1 \alpha_1 + \ldots + T_1 \beta_1 + \ldots)(d\varepsilon_1 + d\varepsilon_2 + d\varepsilon_3). \end{cases}$$

Moyennant ces égalités (3) et (4), les relations (15) et (20) de la Note précédente prennent les formes corrélatives

$$(5)\quad A_1 d\varepsilon_1 + \ldots + B_1 d\gamma_1 + \ldots = -\rho \frac{F'(\vartheta)}{F(\vartheta)} G \Delta\vartheta,$$

$$(6)\quad \begin{cases} dN_1 \alpha_1 + \ldots + dT_1 \beta_1 + \ldots = \rho \frac{F'(\vartheta)}{F(\vartheta)} g \Delta\vartheta \\ \quad + (N_1 \Delta\varepsilon_1 + \ldots + T_1 \Delta\gamma_1 + \ldots)(\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3) \\ \quad - (N_1 \alpha_1 + \ldots + T_1 \beta_1 + \ldots)(\Delta\varepsilon_1 + \Delta\varepsilon_2 + \Delta\varepsilon_3). \end{cases}$$

Ce sont les deux formules générales que nous voulions établir.

L'égalité (5) de la présente Note et l'égalité (20) de la Note précédente donnent la formule

$$(7)\quad \frac{G}{g} = \frac{A_1 d\varepsilon_1 + \ldots + B_1 d\gamma_1 + \ldots}{A_1 \Delta\varepsilon_1 + \ldots + B_1 \Delta\gamma_1 + \ldots}.$$

Cette formule, *vraie dans tous les cas*, a déjà été donnée par M. W. Voigt [1]. C'est une généralisation du théorème de Reech. Pour un fluide, en effet, on a

$$A_1 = A_2 = A_3, \qquad B_1 = B_2 = B_3 = 0.$$

On a d'ailleurs

$$d\rho = -\rho(d\varepsilon_1 + d\varepsilon_2 + d\varepsilon_3), \qquad \Delta\rho = -\rho(\Delta\varepsilon_1 + \Delta\varepsilon_2 + \Delta\varepsilon_3),$$

en sorte que la formule (7) devient

$$\frac{G}{g} = \frac{d\rho}{\Delta\rho}.$$

Une formule analogue à la formule (7) peut être obtenue dans le *cas particulier où le milieu qui est porté à la température* ϑ *et qui a subi les déformations* ε_i, γ_i, *est maintenu en équilibre par une pression normale et uniforme* Π

---

(1) W. VOIGT, *Thermodynamik*, I. Bd., égalité (196), 1903, p. 332.

appliquée à sa surface. Dans ce cas, en effet, on a

$$(8)\qquad \begin{cases} N_1 = N_2 = N_3 = \Pi, \\ T_1 = T_2 = T_3 = 0. \end{cases}$$

L'égalité (15) de la Note précédente et l'égalité (6) de la présente Note deviennent alors respectivement

$$(9)\qquad \Delta N_1 \alpha_1 + \ldots + \Delta T_1 \beta_1 + \ldots = \rho \frac{F'(\vartheta)}{F(\vartheta)} G \Delta \vartheta,$$

$$(10)\qquad dN_1 \alpha_1 + \ldots + dT_1 \beta_1 + \ldots = \rho \frac{F'(\vartheta)}{F(\vartheta)} g \Delta \vartheta.$$

En divisant membre à membre ces égalités (9) et (10), on trouve la formule

$$(11)\qquad \frac{G}{g} = \frac{\Delta N_1 \alpha_1 + \ldots + \Delta T_1 \beta_1 + \ldots}{dN_1 \alpha_1 + \ldots + dT_1 \beta_1 + \ldots}.$$

Ces diverses formules ont été également données par M. W. Voigt; mais M. Voigt a pensé qu'elles étaient vraies dans tous les cas, ce qui n'est pas; on voit par là qu'il était nécessaire de reprendre la théorie des chaleurs spécifiques d'un corps élastique.

La formule (11) est encore une généralisation de la formule de Reech; en effet, si le corps étudié est un fluide, on a

$$\Delta N_i = \Delta \Pi, \qquad \Delta T_i = 0,$$
$$dN_i = d\Pi, \qquad dT_i = 0$$

et la formule (11) devient

$$\frac{G}{g} = \frac{\Delta \Pi}{d\Pi}.$$

Nous avons fait usage (¹) de la relation (11); mais le milieu auquel nous l'appliquions était infiniment peu déformé à partir d'un état où il était maintenu en équilibre par une pression normale et uniforme; nous nous trouvions donc dans le cas particulier où cette formule est valable.

(¹) P. DUHEM, *Recherches sur l'élasticité;* 3ᵉ Partie : *La stabilité des milieux élastiques*, égalité (158) (*Annales de l'École normale supérieure*, 3ᵉ série, t. XXII, 1905, p. 214).

Dans ce cas particulier, les égalités (16) et (18) de la Note précédente fournissent encore cette généralisation du théorème de Reech:

$$\frac{G}{g} = \frac{\Delta N_1 \Delta\varepsilon_1 + \ldots + \Delta T_1 \Delta\gamma_1 + \ldots - \Delta N_1 d\varepsilon_1 - \ldots - \Delta T_1 d\gamma_1 - \ldots}{dN_1 \Delta\varepsilon_1 + \ldots + dT_1 \Delta\gamma_1 + \ldots - \Delta N_1 \Delta\varepsilon_1 - \ldots - \Delta T_1 \Delta\gamma_1 - \ldots}.$$

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur l'origine de l'oxyde de carbone contenu dans le sang normal et surtout dans le sang de certains anémiques.* Note de MM. **R. Lépine** et **Boulud**.

Le professeur Gréhant a établi l'existence, dans le sang normal, de traces de gaz combustible et M. de Saint-Martin, puis M. Nicloux ont montré que ce gaz est en grande partie de l'oxyde de carbone. Ultérieurement M. Nicloux en a trouvé une proportion assez forte dans le sang de chiens vivant en pleine mer et, l'an dernier, nous l'avons constaté en proportion *très* forte chez des anémiques graves [1].

Nous avons pensé qu'on pouvait en chercher la source dans l'acide oxalique, qui existe normalement dans l'organisme et dont l'excrétion, en quantité exagérée, a été signalée chez des malades anémiques et cachectiques. Nos expériences démontrent que notre hypothèse est fondée :

En effet, l'addition *in vitro* d'oxalate de soude ou de potasse à du sang défibriné peut quadrupler la proportion de CO qu'il renfermait avant cette addition. Il est inutile de rapporter ces expériences; car les suivantes, faites sur le vivant, ont un plus grand intérêt :

1° Si à un chien sain on injecte, dans une veine, $0^{g},02$ (par kilogramme de poids vif) d'acide oxalique neutralisé exactement avec de la soude, on augmente *beaucoup* la quantité de CO que renfermait son sang. Nous avons fait bien des fois cette expérience : avant l'injection, le sang renfermait $0^{cm^3},02$ à $0^{cm^3},05$ CO pour 100^{cm^3} de sang; après l'injection, on en trouve de $0^{cm^3},20$ à $0^{cm^3},40$, c'est-à-dire huit ou dix fois plus.

2° Cette augmentation *fait défaut* si le chien est asphyxié (partiellement) par l'occlusion incomplète des narines (M. Nicloux avait déjà reconnu que l'asphyxie *diminue* la quantité de CO existant normalement dans le sang). Ce résultat est important, car l'asphyxie ne peut *détruire* CO et n'agit évidemment qu'en empêchant sa formation.

---

(1) Lépine et Boulud, *Comptes rendus de la Société de Biologie*, 1er juillet, 1905.

3° L'injection, dans la veine d'un chien sain, d'acide tartrique ou d'un acide bibasique, amène une augmentation de CO dans le sang, analogue à celle que produit l'acide oxalique, mais un peu moins rapidement. L'injection d'acide lactique ne produit pas ce résultat.

4° L'injection dans une veine d'une solution de glucose ou de lévulose, à la dose de 4^g de sucre par kilogramme de poids vif, est suivie d'une assez forte augmentation de CO dans le sang. On sait que dans ces conditions, d'après plusieurs expérimentateurs, il se forme une quantité anormale d'acide oxalique.

CORRESPONDANCE.

M. le SECRÉTAIRE PERPÉTUEL signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, l'Ouvrage suivant :

La matière est une; par M. GUSTAVE-D. HINRICHS.

ACOUSTIQUE. — *Sur les lois de la Musique.* Note de M. **MAURICE GANDILLOT**, transmise par M. J. Violle.

Si l'on n'a pas encore réussi à établir la théorie de la Musique, cela tient sans doute à ce que, le plus souvent, on a tenté de la fonder sur les particularités du fonctionnement des corps sonores, alors que c'est celui de notre intelligence dont il convient en réalité de tenir compte. Or on dispose précisément à ce sujet d'une donnée très sûre et parfaitement suffisante, c'est le principe de la consonance, lequel peut s'exprimer ainsi : « Le musicien aime à associer les sons dont les hauteurs sont en rapports simples .»

S'appuyant sur cette base étroite mais solide, il est facile de reconstituer toute la Musique, gammes et harmonie; en procédant du simple au composé, c'est-à-dire en formant des tonalités de plus en plus riches mais complexes, on retrouve précisément la série des styles musicaux et des genres d'harmonie que les Maîtres ont créés peu à peu et d'instinct, de la Renaissance à nos jours.

Proposons-nous d'abord d'inventorier tous les sons qui peuvent être employés pour former gamme avec une même tonique. Nous trouvons que leur collection, théoriquement illimitée, se réduit pratiquement à douze termes (tonique comprise), parce

que tout son nouveau que l'on tenterait d'ajouter aux premiers serait confondu avec l'un d'eux comme ayant une hauteur presque identique et une formule numérique très sensiblement plus complexe. Cette collection de douze sons correspond à ce que les musiciens appellent *gamme chromatique*.

Proposons-nous ensuite le problème inverse et cherchons la collection de sons la plus simple, définie par la condition que chaque terme forme consonance avec chacun des autres termes. Nous trouvons deux solutions : ce sont des échelles musicales de type *do mi sol* ou *do mi♭ sol*; nous leur donnerons dans ce qui suit le nom d'*échelle* et nous les distinguerons entre elles en les qualifiant respectivement de *majeure* et de *mineure*.

Appelons maintenant *gamme* toute collection de sons faisant avec une même tonique des rapports assez simples pour que l'intelligence les saisisse aisément. Tout groupe de notes (comprenant la tonique) pris dans la collection chromatique constituera donc en général une gamme. Formant méthodiquement tous les groupes de notes possibles, nous engendrerons successivement toutes les gammes connues : celles de l'antiquité, les huit tons du plain-chant, les quatre modes chinois, nos gammes diatoniques naturelles et altérées, diverses gammes procédant par tiers de ton comme celles de certains peuples sémitiques, etc. Nous engendrerons en outre un très grand nombre de gammes actuellement inconnues, mais dont plusieurs ne sont pas sans mérite et pourraient un jour être employées. Toutes ces gammes permettent d'écrire de la mélodie. Pour former celles d'entre elles qui se prêtent le mieux à l'emploi de l'harmonie, il suffit de les composer de sons prélevés dans la collection chromatique, en les choisissant, non pas au hasard, mais par groupes de trois formant échelle : ces échelles correspondront évidemment aux accords fondamentaux de la tonalité.

Si l'on prend d'abord une seule échelle, *do mi sol* par exemple, on a une gamme toute semblable à celle qu'emploient les clairons et les trompettes.

Si l'on prend deux échelles, c'est celle de *sol* qui doit être annexée à la précédente, car c'est elle qui forme avec l'échelle *do* le rapport le plus simple (quinte $= \frac{3}{2}$) ; on a ainsi une gamme fort employée (ton et dominante) qui suffit, à quelques notes secondaires près, pour exprimer un très grand nombre d'airs de musique.

Si l'on prend trois échelles, c'est celle de *fa* qui doit être annexée aux précédentes car, dans toute la collection chromatique, il n'en est aucune (après l'échelle *sol*) qui forme avec l'échelle *do* un rapport plus simple (quarte $= \frac{4}{3}$). La gamme ainsi obtenue n'est autre que notre gamme moderne de *do* majeur, et les trois échelles constitutives *do mi sol*, *sol si ré*, et *fa la do* en sont précisément les harmonies fondamentales. La gamme de *do* mineur s'engendre de même par la réunion de trois échelles mineures. Comme rien n'exige que les trois échelles constitutives d'une même gamme aient même mode, on voit que chacune des deux gammes

précédentes admet trois variantes : la gamme moderne peut donc, contrairement à ce que l'on croit habituellement, se pratiquer de huit façons différentes (se répartissant en deux *modes* et quatre *genres*). Dès que l'on compose de la musique, on emploie (généralement à son insu) ces huit variantes, mais plus fréquemment celles qui correspondent aux *substrata numériques* les plus simples.

Soient en général y la hauteur d'une note de musique exprimée par son nombre de vibrations par seconde et t le temps compté à partir d'une origine quelconque. Tout air de musique peut être représenté par un graphique discontinu où y est une fonction de $t : y = f(t)$. D'autre part, rappelons que l'*imitation*, telle que les harmonistes la définissent, consiste en ce que le compositeur, après avoir exposé un certain thème musical, le présente généralement à nouveau une ou plusieurs fois, mais en le transformant plus ou moins profondément, de façon que l'imitation (thème transformé) ne rappelle pas servilement la version initiale (thème donné). Ceci posé, il est curieux de faire observer qu'en pratiquant d'instinct l'imitation le compositeur se conforme sans y songer à des lois mathématiques simples. Soient $y_1 = f_1(t)$ un thème donné et $y_2 = f_2(t)$ l'une de ses imitations; ces deux fonctions sont généralement liées entre elles par une loi rigoureuse. Ainsi, dans le cas de l'*inversion*, la loi est $y_1 \times y_2 =$ *constante*; dans le cas de la *transposition*, la loi est $y_1 : y_2 =$ *constante*, ce qui revient à dire que l'imitation y_2 est une sorte de projection non déformée du thème donné y_1; dans le cas du *contremode*, l'imitation est une projection déformée, en ce sens que toutes les échelles constitutives sont changées de mode, les mineures devenant majeures et inversement; dans le *retournement*, il y a concurremment inversion et contremode. On rencontre continuellement, en musique, l'application (instinctive) d'une formule consistant à exposer consécutivement un *thème donné* et son *retournement*, puis son *contremode* et son *inversion*.

Le principe de la consonance explique fort simplement et sans calcul les lois du contrepoint comme celles de l'harmonie moderne; il les fournit sous une forme différant un peu de ce qu'enseignent certains traités, mais s'accordant parfaitement avec ce que pratiquent les compositeurs.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur les aciers au cuivre.* Note de M. PIERRE BREUIL, transmise par M. Maurice Levy.

Essais au choc sur barreaux entaillés. — Ces essais ont été faits avec l'entaille au tour, préconisée par M. Vanderheym. Le diamètre à fond d'entaille était de 10^{mm} et l'entaille était aiguë; le mouton pesait 10^{kg} et rompait toujours d'un seul coup l'éprouvette.

	Cuivre pour 100.	Métaux bruts de laminage.	Métaux recuits à 900°.	Métaux trempés à 830°-870°.	Métaux trempés et revenus à 300°.
Série à 0,15-0,18 de C.	0,0.....	kgm 16,0	6,6	22,8	22,8
	0,5.....	16,0	6,3	20,3	21,6
	1,0.....	7,0	6,3	7,9	17,6
	2,0.....	7,0	4,8	9,9	10,6
	4,0.....	10,0	8,6	11,4	11,4
Série à 0,35-0,38 de C.	0,0.....	6,0	3,6	4,6	2,6
	0,5.....	12,0	0,6	3,1	2,1
	1,0.....	7,0	1,6	2,6	1,4
	2,0.....	6,0	0,6	0,6	»
	4,0.....	6,0	0,6	2,6	2,6
Série à 0,56-0,79 de C.	0,5.....	»	2,6	1,1	3,0
	1,0.....	3,1	1,9	»	2,1
	3,0.....	2,1	2,6	»	4,0
	10,0.....	»	4,1	1,1	3,0

Ces essais au choc, assez concluants pour les aciers à faible carburation, le sont très peu pour les aciers durs qui paraissent tous également fragiles; les essais avec barreaux non entaillés sont beaucoup plus explicites; mais leurs détails nous entraîneraient trop loin; nous nous contenterons de dire que le cuivre ne donne que très peu de fragilité aux aciers étudiés.

Essais de torsion. — Ces essais ont été faits avec une machine permettant de déterminer les moments à $\frac{1}{10}$ de kilogrammètre près; les barreaux avaient 18^{mm} de diamètre et 100^{mm} de longueur cylindrique. Les résultats sont les suivants; ils portent sur les métaux bruts de laminage :

Nature des aciers.	Cuivre pour 100.	Limite d'élasticité. — Kilogrammètres.	Rupture. — Kilogrammètres.	Angle de torsion à la rupture pour une longueur de 100^{mm}.
Série douce...	0,0....	31,0	58	700°
	0,5....	33,3	56	770
	1,0....	31,2	59	925
	2,0....	47,0	67	702
	4,0....	66,0	83	185
Série mi-dure.	0,0....	33,0	67,5	605
	0,5....	35,1	61,5	196
	1,0....	43,2	68,5	446
	2,0....	52,5	79,0	296
	4,0....	69,5	98,0	183
Série dure....	0,5....	58,5	90	272
	1,0....	63,0	101	248
	3,0....	64,0	108	116
	10,0....	30 (pailleuse)	30	8

Les essais de torsion amènent aux mêmes conclusions que ceux de traction : le cuivre augmente beaucoup la limite d'élasticité et le moment de rupture dès qu'une teneur de 2 pour 100 est dépassée; la déformation, quoique amoindrie par la présence du cuivre, reste bonne.

Essais de dureté. — Ces essais ont été faits par la méthode de Brinell; la bille avait 10^{mm} de diamètre, la pression employée était de 3000^{kg}. Les résultats obtenus sont les suivants :

		Aciers			
Séries.	Cuivre pour 100.	bruts de laminage.	recuits au rouge cerise.	trempés à 830°-870° non revenus.	trempés à 830°-870°, puis revenus à 300°-350°.
Série douce	0,0	143	124	207	
	0,5	146	143	311	
	1,0	146	146	311	
	2,0	202	174	311	
	4,0	255	183	351	
Série mi-dure	0,0	166	166	460	418
	0,5	202	166	627	460
	1,0	207	196	600	495
	2,0	269	207	817	495
	4,0	302	212	782	782
Série dure	0,5	255	228	Sous 3000^{kg}	555
	1,0	302	223	la bille n'a	555
	3,0	418	223	fait aucune	600
	10,0	430	241	empreinte	782

Les duretés suivent assez bien les résistances à la traction; elles sont généralement supérieures à celles des aciers au nickel de même carburation et ayant subi le même traitement thermique.

Essais de corrosion. — Ces essais n'ont été effectués que sur les aciers bruts de moulage. Le liquide corrosif était constitué par une dissolution, à volumes égaux, d'eau distillée et d'acide sulfurique à 66° Baumé; les échantillons étaient disposés de telle façon que les sels provenant de l'attaque du métal par le liquide ne vinssent pas recouvrir ce métal; les essais ont duré un mois; on a déterminé les pertes de poids des échantillons; ces pertes sont les suivantes :

Cuivre pour 100.	Série douce pour 100.	Série mi-dure pour 100.
0	5,23	6,10
0,5	4,40	3,54
1,0	2,80	3,21
2,0	3,01	2,04
4,0	3,34	2,50

Les pertes des aciers au cuivre sont donc considérablement plus faibles que celles des mêmes aciers sans cuivre ; c'est là une importante constatation, analogue à celle faite à propos des aciers au nickel justement réputés à ce point de vue.

Essais au rouverin. — Aucun des aciers ayant de 0 à 4 pour 100 de cuivre n'est rouverin.

Micrographie des aciers au cuivre. — Nos conclusions sur cette question confirment celles de M. Stead. A partir de 4 pour 100 de cuivre environ il s'isole dans les lingots des nodules rouges à forte teneur en cuivre, mais le phénomène est d'autant plus marqué que l'acier est plus carburé ; ce qui caractérise surtout les aciers au cuivre utilisables (c'est-à-dire jusqu'à 4 pour 100 de cuivre) c'est la finesse de leur structure ; ces aciers ont d'autant plus de perlite granulo-sorbitique que la teneur en cuivre est plus élevée ; cette sorbite donne de l'homogénéité, de la ténacité et de la dureté au métal ; elle paraît en faire un métal d'une carburation plus haute. Le cuivre se dissolvant dans la ferrite laisse encore à celle-ci beaucoup de malléabilité, et par suite de cette dissolution le carbone, trouvant la possibilité de former un carbure plus divisé et en plus grande quantité, apporte de ce fait une action durcissante; en conséquence l'ensemble est à la fois aussi dur que l'acier d'une carburation supérieure, mais est beaucoup moins cassant que lui.

Au point de vue de la nature des constituants, ces aciers n'ont rien de particulier par rapport aux aciers ordinaires, mais la forme, la distribution, la quantité de ces constituants sont telles que les propriétés spéciales ci-dessus indiquées les signalent à l'attention des métallurgistes au même titre que les aciers contenant du nickel, ou d'autres éléments qui sont généralement d'un prix plus élevé que le cuivre.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur le mécanisme de l'influence des acides, des bases et des sels dans la liquéfaction des empois de fécule.* Note de MM. **A. Fernbach** et **J. Wolff**, présentée par M. L. Maquenne.

Nous avons signalé récemment (*Comptes rendus,* 20 août 1906) le rôle important que joue la réaction au méthylorange dans la liquéfaction des empois de fécule. Comme nous l'avons indiqué, nous nous sommes servis d'une fécule V, très visqueuse et très pure, extraite au laboratoire avec de l'eau distillée, en ayant soin, pour constater l'effet des substances ajoutées, de ne pas chauffer l'empois à une température trop élevée, parce que, en

l'absence de matières minérales pouvant s'opposer à la liquéfaction, il se solubilise très facilement quand on dépasse 120° à 122°.

Si l'on neutralise un empois à 5 pour 100 au méthylorange avec de l'acide sulfurique, on constate une perte énorme de viscosité à 120° (1). Comme il s'agit ici d'une fécule exempte de bases alcalino-terreuses, l'acide ajouté ne peut agir que sur des sels alcalins. D'autre part, vis-à-vis des réactifs colorés notre amidon se comporte comme un mélange de phosphates primaires avec une petite quantité de phosphates secondaires, et, en outre, ses cendres renferment environ la moitié de leur poids de P^2O^5. Nous devons donc nous demander si la perte de viscosité ne serait pas due au passage du phosphate secondaire à l'état de phosphate primaire. Nous sommes ainsi conduits tout d'abord à rechercher si les phosphates ont un effet et quelle est son importance.

Voici des expériences dans lesquelles 50^{cm^3} d'empois à 5 pour 100 ont été additionnés, après neutralisation par l'acide sulfurique, de doses croissantes de phosphate neutre de sodium, puis chauffés pendant une demi-heure à 120°. Nous y ajoutons des expériences comparatives faites avec le phosphate de soude et le phosphate d'ammoniaque à doses équimoléculaires. La viscosité a été mesurée de suite pour les expériences I et une heure plus tard pour les expériences II (2).

		II.	
	.		Phosphate d'ammoniaque.
	m s	m s	m s
Empois tel quel	15.00	»	»
» neutralisé ($0^{mg},5$ SO^4H^2)	1.15	1.7	»
» » $1^{mg},89$ PO^4HNa^2	2.15	1.53	1.50
» » $2^{mg},8$ »	4.05	3.12	3.20
» » $3^{mg},6$ »	17.00	6.30	7.00
» tel quel + $18^{mg},9$ » puis neutralisé par SO^4H^2	1.15	»	»

On voit qu'à mesure que la dose de phosphate de soude augmente la viscosité croît, et, pour la ramener à sa valeur primitive et compenser la perte de viscosité causée par

(1) Nous nous sommes servis, dans ces expériences et les suivantes, d'une burette qui laisse écouler 25^{cm^3} d'eau distillée en 28 secondes, ce qui permet d'apprécier les différences de viscosité beaucoup plus nettement qu'avec la burette dont nous nous servions antérieurement.

(2) Il résulte de cette expérience et d'un grand nombre d'autres qu'avec le temps la viscosité subit, à la température ordinaire, des modifications plus ou moins marquées qui imposent de la mesurer de suite.

la neutralisation, il faut une quantité relativement élevée de phosphate. Mais nous voyons aussi que même l'addition d'une quantité énorme de phosphate neutre reste sans effet si l'on ramène la réaction à la neutralité à l'orangé. En outre, le sulfate de soude qui a pris naissance n'empêche pas la perte de viscosité.

Nous pouvons donc prévoir que l'addition de sels neutres au méthylorange n'aura aucun effet et c'est aussi ce que l'expérience directe vérifie.

Voici en effet deux séries d'expériences, faites comme les précédentes, qui le prouvent :

	m s		m s
Empois tel quel..................	11.00	Empois tel quel..................	9.00
» neutralisé ($0^{mg},5\ SO^4H^2$)..	1.05	» neutralisé................	1.00
» » + $6^{mg},3\ PO^4HNa^2$.	12.00	» » $6^{mg},2\ SO^4Mg$....	1.00
» » + $4^{mg},9\ PO^4H^2Na$.	1.45	» » $12^{mg},4$ »	1.08
» tel quel + $6^{mg},3\ PO^4HNa^2$.	14.00	» » $5^{mg}\ SO^4Ca$....	1.00
» » + $4^{mg},9\ PO^4H^2Na$.	14.00	» » 10^{mg} »	1.10
		» » $18^{mg},9\ PO^4HNa^2$..	20 env.
		» » $1^{mg},89$ » ..	1.40
		» » $15^{mg}\ PO^4H^2Na$..	1.00

Ce qui ressort encore de la dernière expérience de chacune de ces séries, c'est que le phosphate primaire n'a aucun effet liquéfiant quand l'empois n'a pas été neutralisé au préalable, et n'empêche en rien la liquéfaction si cette neutralisation a eu lieu.

On pourrait donc être tenté de conclure que la perte de viscosité dépend uniquement de la transformation des phosphates secondaires en phosphates primaires. Mais, en réalité, cette transformation ne représente qu'une partie du mécanisme. En effet la dose d'acide nécessaire pour la neutralisation de l'empois tel quel au méthylorange correspond à $1^{mg},44$ de phosphate neutre de soude, alors que, dans la première de nos expériences, il a fallu ajouter deux fois et demie environ cette quantité de phosphate neutre pour ramener l'empois neutralisé à la viscosité primitive.

Des expériences faites avec le phosphate d'ammoniaque conduisent d'ailleurs aux mêmes résultats; on a pu voir du reste plus haut, par l'expérience II, que ce sel se comporte comme le phosphate de soude, à doses équimoléculaires.

La quantité maxima de phosphate neutre qui pourrait exister naturellement dans l'empois est donc insuffisante pour s'opposer à la perte de viscosité; il doit, par suite, y avoir encore une autre cause en jeu. L'expérience prouve, en effet, que, à alcalinité égale vis-à-vis de l'orangé, les bases agissent beaucoup plus énergiquement que les phosphates neutres. En voici un exemple :

	mg		Viscosité. m s
Empois neutralisé.....	1,89	PO^4HNa^2...........	1.20
»	0,2	NaOH..............	1.40
»	0,5	»	10

On voit que $0^{mg},2$ de soude s'opposent davantage à la liquéfaction que 9 fois plus de

phosphate neutre, et que $0^{mg},5$ de soude, qui correspondent à la même alcalinité à l'orangé que $1^{mg},89$ de phosphate, conduisent à une viscosité 8 fois plus grande. Nous nous sommes assurés qu'avec des quantités équimoléculaires de soude et de chaux on arrive aux mêmes résultats.

En résumé, nous arrivons à la conclusion que les sels neutres au méthylorange n'ont aucune influence sur la perte de viscosité des empois chauffés sous pression ; par contre, les sels alcalins à ce réactif gênent beaucoup la liquéfaction et il suffit de traces d'alcalis libres pour l'empêcher. L'intérêt de ces observations s'accroît du fait que la liquéfaction diastasique des empois obéit à des influences analogues.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur une maladie de la Pomme de terre produite par* Bacillus phytophthorus *(Frank) O. Appel.* Note de M. **Georges Delacroix**, présentée par M. Prillieux.

Un certain nombre d'affections parasitaires de nature bactérienne ont été décrites sur la Pomme de terre. Parmi elles, il en est une, fréquente, semble-t-il, en Allemagne où elle a été décrite par Frank d'abord, puis par Appel sous le nom de *Schwarzbeinigheit* (maladie de la jambe noire) ou de *Stengelfœule* (pourriture de la tige), et cette maladie existerait aussi en Angleterre (L.-R. Jones), en Danemark, en Hollande, en Russie (Appel). Je n'en connaissais pas, il y a deux ans, l'existence en France. L'examen fait de quelques échantillons envoyés depuis cette époque à la Station de pathologie végétale, à Paris, examen corroboré par la culture de la bactérie qui s'y rencontrait, permet d'affirmer l'existence de cette maladie en France. Elle y paraît, il est vrai, encore peu répandue.

Cette bactérie est le *Bacillus phytophthorus* (Frank) O. Appel.

La maladie produite sur la Pomme de terre pendant la période de végétation de cette plante présente certaines ressemblances avec celle que j'ai décrite sous le nom de *brunissure*, maladie causée par le *Bacillus solanincola*, et il est intéressant d'établir le diagnostic différenciel entre ces deux maladies. Examinons d'abord les caractères extérieurs.

La période d'évolution ne semble pas, en général, coïncider pour ces deux cas pathologiques. Il m'a toujours paru que, sur une variété donnée, la maladie produite par *Bacillus phytophthorus* est sensiblement plus précoce, quant à son apparition, que celle du *Bacillus solanincola*, la première étant une maladie de la fin du printemps, la seconde du milieu de l'été et du commencement de l'automne. Ces périodes

sont évidemment un peu différentes avec les variétés; mais sur une d'elles, la *Richter's Imperator*, j'ai pu reconnaître facilement la différence pour les deux cas pathologiques.

Les caractères extérieurs sont assez semblables pour que l'on ne puisse guère proposer de se servir de ces données pour séparer les deux maladies. A un moindre degré, il en est de même pour les caractères fournis par l'examen microscopique. Dans les deux cas, en effet, j'ai pu constater que la bactérie, qu'il s'agisse du *Bacillus solanincola*, aussi bien que du *B. phytophthorus*, est presque toujours accompagnée d'un mycélium de *Fusarium*: ce mycélium, que l'expérience ne nous montre pas comme un parasite, n'apparaît, dans un cas comme dans l'autre, que secondairement et ne se rencontre pas sur la plante lorsque la maladie est à son début. J'incline à penser que ce sont peut-être des cas analogues aux nôtres qu'on a décrits récemment en Amérique et qu'on a attribués au parasitisme d'un *Fusarium* (*F. oxysporum*).

Dans ces deux cas de maladie bactérienne, je trouve aussi le même mode de défense de la plante, avec réaction identique, constituée par la production de thylle et de gomme de blessure, aux dépens du parenchyme ligneux vivant périvasculaire.

On comprend ainsi que la spécification de la bactérie reste le seul critérium pour le diagnostic précis de la maladie. Les deux bactéries peuvent, d'ailleurs, être différenciées sans difficulté: le *Bacillus phytophthorus* est une bactérie courte, presque un coccus, qui liquéfie rapidement la gélatine; le *Bacillus solanincola* est, au contraire, un bâtonnet qui ne liquéfie pas la gélatine, quand il est en culture pure.

Au point de vue pratique, ces faits n'ont en réalité aucune importance, car le traitement de la maladie, purement préventif, est le même dans les deux cas.

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'activité hémopoïétique du sérum au cours de la régénération du sang*. Note de M. **Paul Carnot** et de Mlle **Cl. Deflandre**, présentée par M. Bouchard.

Au cours de recherches sur le mécanisme des régénérations d'organes, nous avons été amenés à étudier les causes de la rénovation du sang après saignée et à démontrer la présence, dans le sérum des animaux saignés, d'une substance capable d'activer l'hémopoïèse: tel est l'objet de la présente Note.

Nos expériences ont porté principalement sur le lapin, qui régénère son sang, après

saignée, avec une précocité et une intensité remarquables : si, le lendemain d'une saignée copieuse, on prélève du sérum, en pleine crise hématique de régénération et qu'on l'injecte à un animal neuf, cet animal présente, dès le lendemain, une hyperglobulie considérable et constante.

1° L'augmentation du nombre des hématies est, le plus habituellement, de 2 à 3 millions par millimètre cube : mais parfois elle est beaucoup plus considérable encore. Dans un de nos cas, par exemple, un lapin neuf, dont le sang comprenait, d'une façon assez constante, 5 millions et demi d'hématies par millimètre cube, après avoir reçu, en injection intraveineuse, 9^{cm^3} de sérum (recueilli, chez un autre lapin, 20 heures après une saignée de 30^{cm^3}), eut une hyperglobulie telle que le nombre des hématies atteignait 8 millions le lendemain, plus de 9 millions le surlendemain, près de 12 millions le troisième jour : la quantité de globules rouges avait ainsi plus que doublé en 2 jours, l'excédent étant de plus de 6 millions par millimètre cube. Même dans le cas où, par suite des conditions expérimentales, le sérum est moins actif, on observe constamment une augmentation supérieure à 1 million par millimètre cube. Il s'agit donc là d'une action très intense et très constante.

2° Nous avons comparé l'activité hémopoïétique du sang ou du sérum, recueilli en pleine crise hématique de rénovation, avec celle du sang ou du sérum normal : celle-ci nous a paru très faible et inconstante dans les circonstances ordinaires, l'injection de sérum normal ne provoquant pas une augmentation du nombre des hématies supérieure à quelques centaines de mille, et provoquant parfois une diminution de même ordre ; en admettant même une faible activité du sérum normal, on ne peut la considérer que comme l'ébauche des phénomènes, autrement importants, qui se manifestent dans certaines circonstances et, notamment au cours de la régénération du sang.

3° Nous avons recherché dans quelle partie du sang se trouve la substance active. Nous avons constaté que les éléments anatomiques (globules, hématoblastes, globules rouges nucléés) n'y ont aucune part : car le sérum se comporte, précisément, avec la même activité que le sang défibriné total, immédiatement transfusé (dans un cas, le sang défibriné produisait une augmentation de 2437000 hématies ; son sérum, une augmentation de 2970000). Si l'on chauffe à 56° le sérum actif, il perd son activité hémopoïétique : la substance active fait donc partie du groupe des substances du sérum détruites à 56°.

4° L'injection sous-cutanée de sérum actif produit le même résultat que l'injection intraveineuse : dans un cas, par exemple, avec le même sérum, l'injection intraveineuse a provoqué une augmentation de 2437000 ; l'injection sous-cutanée, une augmentation de 2375000. En pratique on aura, le plus souvent, recours à la voie sous-cutanée.

5° Si l'on dresse la courbe d'activité du sérum aux différents temps de la régénération, on constate que cette activité, surtout considérable le premier jour consécutif à la saignée, diminue rapidement les jours suivants. La courbe de rénovation du sang est exactement superposable, mais un peu en retard, sur la courbe de l'activité hémopoïétique du sérum ; cela permet d'attribuer la régénération sanguine à l'activité hémopoïétique du sérum qui la précède et qui en dirige les variations. Pratiquement,

le sérum le plus actif est celui qu'on recueille environ 20 heures après la saignée.

6° Enfin, si l'on fait à l'animal fournisseur de sérum une série de saignées successives, on constate les faits suivants : si l'intervalle est suffisant, l'activité hémopoïétique apparaît après chaque nouvelle saignée, tout en diminuant légèrement : en pareil cas, la rénovation du sang de l'animal saigné se fait normalement; mais, si l'intervalle des saignées est trop rapproché, l'activité hémopoïétique baisse rapidement, à chaque nouvelle saignée; on peut même observer, après un trop grand nombre de saignées, que l'injection de sérum à un animal neuf provoque, non plus une augmentation, mais au contraire une diminution des hématies; il semble que l'activité hémopoïétique du sérum est compensée par une activité hémolytique inverse et que celle-ci devient alors prépondérante ; on constate, parallèlement, que le sang de l'animal saigné est, alors, incapable de se régénérer et que parfois la déglobulisation, amorcée par les saignées, se continue spontanément.

De ces expériences résultent les conclusions suivantes : la rénovation du sang, après saignée, paraît être provoquée et dirigée par une substance active, capable de provoquer l'hémopoïèse, qui se trouve dans le sérum et est détruite à 55°. Par opposition aux hémolysines, on peut provisoirement appeler cette substance : *hémopoïétine*. Si elle est particulièrement active et manifeste au cours de la rénovation du sang, il est vraisemblable qu'elle existe, à un faible degré, à l'état normal et que d'autres actions (influence des hautes altitudes, etc.) pourront la mettre également en évidence.

Il est vraisemblable qu'à l'état normal, hémopoïétine et hémolysine se contrebalancent et s'équilibrent. Si les hémolysines prédominent, il y a destruction globulaire ; mais, si les hémopoïétines prédominent, il y a hyperglobulie.

La régénération du sang est probablement due à une augmentation de l'activité hémopoïétique du sérum.

Probablement aussi, les hémopoïétines ne sont qu'une variété spéciale de cytopoïétines que nous cherchons actuellement à mettre en évidence, par la même méthode, au niveau des différentes glandes, et qui expliqueraient le mécanisme des régénérations d'organes.

Pratiquement, l'hyperglobulie provoquée par l'injection sous-cutanée de sérum actif, recueilli 20 heures après une première saignée, nous paraît susceptible d'applications thérapeutiques : nous avons traité, de cette façon, plusieurs cas d'anémies symptomatiques et avons observé, dès le premier jour, des augmentations globulaires très considérables dépassant 1 million en deux jours.

La séance est levée à 3 heures et demie.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 20 AOUT 1906.

Notice sur les travaux scientifiques de M. D. GERNEZ. Paris, Motteroz, Martinet, 1906; 1 fasc. in-4°.

Address prepared by Senator CHARLES-N. PROUTY *to commemorate the two hundredth anniversary of the birth of Benjamin Franklin in the senate chamber of Massachusetts, January* 17, 1906. S. l.; 1 fasc. in-8°.

Die physikalischen Institute der Universität Göttingen. Festschrift im Anschlusse an die Einweihung der Neubauten am 9 *Dezember* 1905, herausgegeb. v. der Göttinger Vereinigung zur Förderung der angewandten Physik und Mathematik. Leipzig et Berlin, B.-G. Teubner, 1906; 1 vol. in-4°.

Sun-spot lines in the spectra of red stars, by GEORGE-E. HALE and WALTER-S. ADAMS. (*Contributions from the Solar Observatory,* Mount Wilson, California, n° 8.) Carnegie Institution of Washington, 1906; 1 fasc. in-8°.

Risultati delle osservazioni astronomiche fatte a Palma di Majorca (*Isole Balear*) *durante l'eclisse totale di sole del* 30 *Agosto* 1905, per D.-FRANCESCO FACCIN. Pavie, 1906; 1 fasc. in-8°.

Sur quelques faits singuliers observés pendant l'écoulement de l'eau, par G. VAN DER MENSBRUGGHE. Bruxelles, Hayez, 1906; 1 fasc. in-8°.

Notes analytiques sur les collections ethnographiques du Musée du Congo, publiées par la Direction du Musée; t. I, fasc. 2 : *La Religion* (p. 145-316, Pl. XXII-LXII). (*Annales du Musée du Congo : Ethnographie et Anthropologie;* série III.) Bruxelles, Spineux et Cie, 1906; 1 fasc. in-f°.

Secund annual report of the Henry Phipps Institute, for the study, treatement and prevention of tuberculosis. Philadelphie, 1906; 1 vol. in-8°.

Precis of the Archives of the Cape of Good Hope. Requesten (*Memorials*) 1715-1806, by H.-C.-V. LEIBBRANDT; vol. II : *F-O.* Cape-Town et Londres, 1906; 1 vol. in-8°.

The proceedings and transactions of the Nova Scotian Institute of Science, Halifax, Nova Scotia; vol. XI, part 2 : *Session of* 1903-1904; with 10 plates. Halifax, 1906; 1 vol. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 27 AOUT 1906.

Opere matematiche di Francesco Brioschi; tomo IV. Milan, Ulrico Hoepli, 1906; 1 vol. in-4°.

Biographical memoir of John Rodgers, 1812-1882, by ASAPH HALL. Washington, 1906; 1 fasc. in-8°.

La matière est une, par M. GUSTAVE-D. HINRICHS : I. *La débâcle du système de Stas.* II. *Détermination des poids atomiques absolus.* III. *Les poids atomiques sont commensurables et la matière est une.* Paris, tirage à part du *Moniteur scientifique,* 1906; 1 fasc. in-8°.

Barometric variations of long duration over large areas, by WILLIAM-J.-S. LOCKYER. (Extr. des *Proceedings of the Royal Society,* A, t. LXXVIII, 1906.) 1 fasc. in-8°.

Report of the Commissioner of Education for the year ending june 30, 1904; t. I. Washington, 1906; 1 vol. in-8°.

Annuario da Universidade de Coïmbra; anno lectivo de 1905-1906. Coïmbre, 1906; 1 vol. in-8°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 SEPTEMBRE 1906,

PRÉSIDÉE PAR M. A. CHAUVEAU.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Cultes** communique à l'Académie un Rapport de M. le Vice-Consul de France à Messine, relatif aux phénomènes éruptifs dont le Stromboli a été récemment le siège. Du 11 au 26 juillet, le volcan manifesta une activité extraordinaire; la violence des explosions dépassa tout ce qu'on se rappelait. La route anormale suivie par la coulée de lave semble indiquer que la grande fosse, depuis longtemps éteinte, aurait repris son activité.

(Renvoi à la Commission de Sismologie.)

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Kopff faites à l'équatorial coudé de l'Observatoire d'Alger.* Note de M. F. Sy.

Dates. 1906.	Temps moyen d'Alger.	✱ — ★. Δα.	Δδ.	Nombre de comparaisons.	Étoile.
	h m s	m s	′ ″		
Août 24......	9.39.28	−1.26,07	−4.17,2	15:10	1
» 25......	9.39.10	−2.11,53	−6.51,2	18:12	2

Position de l'étoile de comparaison pour 1906,0.

Étoiles.	Asc. droite moyenne.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne.	Réduction au jour.	Autorité.
	h m s	s	° ′ ″	″	
1....	22.49.37,90	+2,53	+10.23.10,0	+15,6	A.G. Leipzig, n° 9130
2....	22.49.37,90	+2,53	+10.23.10,0	+15,7	A.G. Leipzig, n° 9130

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1906.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s		° ′ ″	
Août 24.....	22.48.14,36	$\bar{1}$,531 *n*	+10.19. 8,4	0,632
» 25.....	22.47.28,90	$\bar{1}$,522 *n*	+10.16.34,5	0,631

La comète a l'aspect d'une nébulosité ronde à bords diffus, avec condensation centrale dont l'éclat est comparable à celui d'une étoile de 12e grandeur.

Le 24, images très belles.

Le 25, de petits nuages, cirro cumuli, rendent les observations difficiles.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Kopff* (1906 *e*) *faites à l'équatorial coudé* (0^m,32) *de l'Observatoire de Lyon.* Note de M. **J. Guillaume**, transmise par M. Lœwy.

Observations de la comète.

Dates 1906.	Étoiles de comparaison.	Δα.	Δδ.	Nombre de comparaisons.
		m s	′ ″	
Août 26....	*a*.BD+9,5119	−0.14,07	−2.19,6	10:10
» 27....	*c*.anon. 10e	−0.16,24	+2.43,4	10:10
» 28....	*d*.BD+9,5111	+0. 3,15	+7. 3,3	10:8
» 29....	*b*.BD+9,5109	+0. 3,46	+0.15,4	10:10
» 30....	*e*.BD+9,5106	+0. 4,91	−6.22,1	12:12
» 31....	*f*.BD+9,5103	−0.14,90	−1.16,3	10:10

Positions des étoiles de comparaison pour 1906,0.

Étoiles.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne.	Réduction au jour.	Autorités.
	h m s	s	° ′ ″	″	
a.......	22.46.51,57	+2,55	+10.15.39,1	+16,0	Rapportée à *b*
c.......	22.46. 9,27	+2,56	+10. 7.26,4	+16,1	Rapportée à *b*
d.......	22.44.49,79	+2,57	+ 9.58.56,7	+16,4	AG. Leipzig II, 11415
b.......	22.44.11,97	+2,57	+10. 2.10,2	+16,5	AG. Leipzig II, 11409
e.......	22.43.22,44	+2,58	+10. 4.35,5	+16,7	AG. Leipzig II, 11402
f.......	22.42.53,97	+2,58	+ 9.55. 2,3	+16,8	Rapportée à *b*

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1906.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Août 26.	10.24.46	22.46.40,05	—9,303	+10.13.35,5	+0,717
» 27.	10.30.24	22.45.55,59	—9,267	+10.10.25,9	+0,718
» 28.	14.49.27	22.44.55,51	+9,428	+10. 6.16,4	+0,728
» 29.	13.16.59	22.44.18,00	+9,109	+10. 2.42,1	+0,712
» 30.	14.24.38	22.43.29,93	+9,390	+ 9.58.30,1	+0,725
» 31.	15.33.51	22.42.41,65	+9,531	+ 9.54. 2,8	+0,745

Remarques. — La comète a l'aspect d'une nébulosité circulaire d'environ 30″ de diamètre, avec légère condensation centrale et apparence d'un très petit noyau; son éclat total est de 12e grandeur.

Le 27, les mesures en α sont gênées par le vent qui produit des déplacements qui atteignent 20″. Le 28, la définition des images est très mauvaise. Le 29, à cause de son éclat (8e gr.), le voisinage de l'étoile de comparaison a gêné les pointés. Le 31, avant que la Lune soit couchée, la comète était complètement invisible.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la croissance des fonctions multiformes.* Note de M. **Georges Rémoundos**, présentée par M. Appell.

1. Dans un travail, paru récemment dans le *Journal de Mathématiques* (1906, n° 1), j'ai étudié la croissance des fonctions ayant un nombre *fini* de branches, dites *algébroïdes,* auxquelles s'étendent la plupart des propriétés fondamentales de la croissance des fonctions uniformes (entières ou méromorphes). Dans cette Communication, je me propose de signaler quelques faits intéressants, qui montrent que ces propriétés constituent un élément essentiel, sinon caractéristique, de ces transcendantes algébroïdes.

Considérons une transcendante algébroïde $f(z)$ admettant des valeurs exceptionnelles α_i $(i = 1, 2, 3, \ldots)$ au sens ordinaire du mot relatif à la densité des zéros; j'ai démontré que, si nous posons

$$(1) \qquad f(z) - \alpha_i = Q_i(z) e^{\varphi_i(z)},$$

$\varphi_i(z)$ étant une fonction finie à distance finie, le cas où $\varphi_i(z)$ est aussi algébroïde est *exceptionnel,* puisqu'il est impossible que cette circonstance se présente pour deux nombres exceptionnels α_i.

Je démontre que la décomposition (1) est toujours possible comme pour

les fonctions uniformes. Je veux actuellement faire connaître que ce résultat n'est qu'une circonstance particulière d'un autre résultat plus précis et que ce qui caractérise ce cas d'exception tient à un fait général concernant la croissance de la dérivée $\varphi_i'(z)$.

2. Si $f(z)$ croît comme $e^{\mu(r)}$, il est clair que $\varphi_i(z)$ croît comme $\mu(r)$. Je démontre le théorème suivant :

Théorème I. — *La dérivée* $\varphi_i'(z)$ *croît comme* $e^{\mu(r)}$, *sauf peut-être pour une valeur* α_i. Ce cas exceptionnel est unique; s'il existe, le nombre correspondant pourrait être appelé doublement *exceptionnel.* Comme il existe des transcendantes algébroïdes ayant plusieurs valeurs exceptionnelles ordinaires, ce théorème nous fait connaître des fonctions ayant un nombre *infini* de branches croissant beaucoup plus lentement que leurs dérivées; *ainsi,* $\varphi_i(z)$ *croissant comme* $\mu(r)$, *sa dérivée croît comme* $e^{\mu(r)}$; *il peut y en avoir un cas d'exception unique.*

Pour comprendre l'intérêt de ce résultat, rappelons-nous que l'ordre de grandeur des transcendantes algébroïdes n'est jamais inférieur à celui de leurs dérivées, comme je l'ai démontré dans mon travail plus haut cité [*Sur les fonctions ayant un nombre fini de branches* (*Journal de Mathématiques*)].

Remarquons encore que ces transcendantes non algébroïdes $\varphi_i(z)$ se présentent comme des intégrales de fonctions algébroïdes.

Nous pouvons même indiquer des fonctions d'ordre de grandeur $m(r)$, dont la dérivée croisse comme

$$e^{e^{\cdot^{\cdot^{\cdot^{e^{m(r)}}}}}},$$

le nombre des exponentielles superposées étant aussi grand que l'on voudra. Si nous posons

$$f(z) - \alpha = Q(z)\, e^{e^{\varphi_2(z)}},$$

la fonction $\varphi_2(z)$ peut admettre des infinis à distance finie, mais cela n'empêche pas de considérer l'ordre de grandeur $\mu_2(r)$ de $\varphi_2(z)$ pour r croissant indéfiniment : une exclusion du voisinage immédiat de ces infinis, analogue à celle qui a été employée par MM. Borel et Boutroux [1], nous

---

(1) Borel, *Leçons sur les fonctions méromorphes.* — Boutroux, *Sur quelques propriétés des fonctions entières* (Thèse de Doctorat).

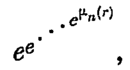
fournirait un champ d'étendue convenable pour notre but. Cela posé, nous démontrons le théorème suivant :

Théorème II. — *La dérivée* $\varphi'_2(z)$ *croît comme* $e^{e^{\mu_2(r)}}$; *il peut y en avoir exception pour une, au plus, valeur exceptionnelle* α.

D'une façon générale, si nous posons

$$f(z) - \alpha = Q(z)\, e^{e^{\cdot^{\cdot^{\cdot^{e^{\varphi_n(z)}}}}}},$$

le nombre des exponentielles superposées étant n, et que nous désignions par $\mu_n(r)$ l'ordre de grandeur de $\varphi_n(z)$, nous démontrons encore que *la dérivée* $\varphi'_n(z)$ *croît comme*



$$e^{e^{\cdot^{\cdot^{\cdot^{e^{\mu_n(r)}}}}}},$$

le nombre des exponentielles superposées étant aussi n, *sauf, peut-être, pour une, au plus, valeur exceptionnelle* α.

L'ordre de grandeur de la dérivée $\varphi'_n(z)$ a un sens bien déterminé, puisqu'elle se présente comme une fonction rationnelle de fonctions d'ordre de grandeur bien déterminé.

Notre méthode fournit donc des fonctions d'ordre de grandeur aussi inférieur que l'on voudra à celui de leurs dérivées.

3. Les théorèmes énoncés dans cette Note, qui comprennent comme cas particulier le théorème classique de M. Picard et ses généralisations, peuvent être aussi énoncés comme une propriété de la dérivée logarithmique de la fonction $f(z) - \alpha$ ou bien $f(z) - \psi(z)$, α désignant une constante et $\psi(z)$ une algébroïde d'ordre de grandeur inférieur à celui de $f(z)$; ainsi ces théorèmes peuvent prendre une forme *unique*, intéressante et simple, à savoir :

La dérivée logarithmique de $f(z) - \alpha$ *ou* $f(z) - \psi(z)$ *ne saurait croître moins vite que* $f(z)$ *pour plus d'une valeur de* α *et, en général, pour deux fonctions différentes* $\psi(z)$.

Cet énoncé ne suppose pas du tout que α est une des valeurs exceptionnelles ordinaires, puisqu'on voit aisément qu'il en est bien ainsi, lorsque la dérivée logarithmique de $f(z) - \alpha$ croît moins vite que $f(z)$.

Il y a là la forme sous laquelle le théorème de M. Picard et ses généralisations s'étendent à toutes les transcendantes algébroïdes *sans aucune modification*.

NIVELLEMENT. — *Description d'un niveau autocollimateur à horizon de mercure.* Note de MM. CLAUDE et DRIENCOURT, présentée par M. Bouquet de la Grye.

L'Académie a bien voulu s'occuper, à diverses reprises, de l'*astrolabe à prisme* qui sert à observer l'instant où la hauteur apparente d'un astre atteint une valeur rigoureusement constante voisine de 60°. Cette constance est obtenue, on le sait, grâce à l'emploi d'une part, comme instrument de mesure, d'un *prisme à double réflexion* qui assure l'invariabilité de l'angle, et d'autre part, comme horizon artificiel, d'un *bain de mercure* qui permet de rapporter chacun des angles mesurés à la verticale.

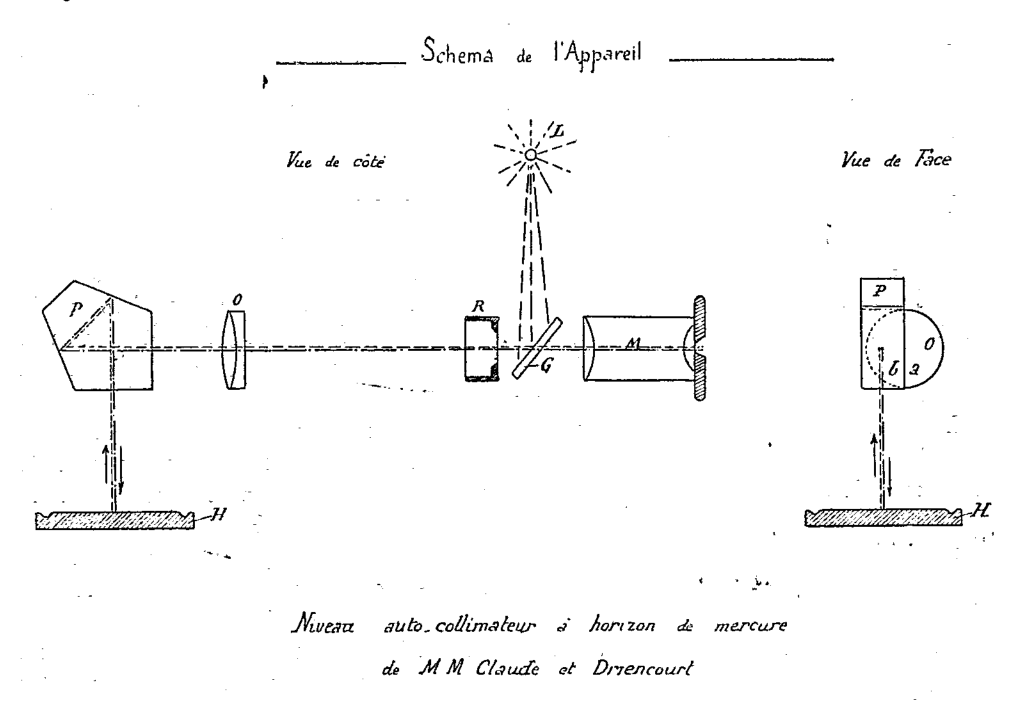
La combinaison de ces deux éléments essentiels de l'astrolabe, prisme à double réflexion et horizon à mercure, peut évidemment être utilisée pour réaliser d'autres astrolabes correspondant à des hauteurs quelconques : il n'y a qu'à prendre dans chaque cas un prisme dont l'angle des faces réfléchissantes soit la moitié de l'angle à mesurer. Elle constitue donc une solution générale pour la construction des instruments de hauteurs égales. A la condition d'employer le bain de mercure spécial de l'astrolabe, les avantages que possède celui-ci de pouvoir être placé sur un trépied et orienté rapidement dans un azimut donné se retrouveront dans tous les appareils.

Nous nous bornons à signaler en passant l'importance que présente cette solution générale en raison de la supériorité de la méthode des hauteurs égales sur toutes les autres méthodes d'observation. Il ne s'agit pour aujourd'hui que de son application à un problème en apparence assez différent, puisqu'il a pour objet des mesures terrestres, mais qui peut être considéré comme un cas particulier de hauteurs égales, celui de la hauteur 0° : nous voulons parler du nivellement géométrique.

Le repérage direct à la verticale du bain de mercure n'est pas moins nécessaire dans les grandes opérations de nivellement pour obtenir une ligne de visée horizontale que pour l'observation des hauteurs en Astronomie de position précise. Dans les instruments de nivellement actuels, la verticale est indiquée par un niveau à bulle, lequel présente, entre autres défauts qu'il est inutile d'énumérer, celui irrémédiable de donner toujours des indications fausses, la bulle s'arrêtant tantôt en deçà, tantôt au-delà de la position qui correspond à la verticale, mais jamais exactement dans cette

position. Aussi, malgré les remarquables perfectionnements apportés à la construction des instruments, perfectionnements qui font qu'on est arrivé presque à la limite de la précision compatible avec l'emploi du niveau à bulle, on ne peut garantir à plus de 2″ l'horizontalité de la ligne de visée moyenne des deux coups de niveau que comporte l'opération sur une mire. Il est donc indispensable, si l'on veut augmenter la précision, de substituer le bain de mercure au niveau à bulle. C'est ce à quoi nous sommes parvenus en considérant le nivellement comme un problème de hauteurs égales et appliquant le principe général indiqué plus haut.

Notre appareil se compose essentiellement, comme le montre la figure ci-dessous : 1° *d'un prisme* P, à double réflexion intérieure, dont les faces réfléchissantes étamées font entre elles un angle de 45°; 2° d'un *horizon à mercure* H, du même type que celui de l'astrolabe, placé verticalement au-dessous; 3° d'une *lunette horizontale* dont l'axe optique est situé dans le plan vertical d'une des bases du prisme.



Niveau auto-collimateur à horizon de mercure
de MM Claude et Driencourt

Le réticule formé de deux fils, l'un vertical, l'autre horizontal, portés par le tube R est placé dans le plan focal principal de l'objectif O.

L'horizontalité de l'axe optique est obtenue par *autocollimation sur le bain de mercure*. A cet effet, une glace sans tain G inclinée à 45° réfléchit dans

la direction de l'objectif les rayons lumineux issus d'une source L. Les fils du réticule, formant écrans, interceptent une partie de ces rayons.

L'axe optique étant horizontal, la croisée des fils envoie sur le prisme par la moitié *b* de l'objectif un faisceau cylindrique obscur que le prisme dévie de 90° et qui vient tomber normalement sur le bain de mercure, puis retourne par le même chemin pour former une image sombre qui se superpose à la croisée des fils vue directement. Les images sombres des fils se confondent également avec les fils eux-mêmes. Le système prisme-horizon joue ainsi le rôle d'un miroir plan vertical normal à l'axe optique.

Si l'on vient à déranger l'horizontalité de l'axe optique en élevant ou abaissant le réticule, son image marche en sens inverse de la même quantité, en sorte que le déplacement relatif du fil horizontal et de son image est double de celui du fil seul. C'est le principe même de l'autocollimation qui fournit ainsi un moyen très sensible pour régler l'horizontalité de l'axe optique.

En dirigeant la lunette sur la mire qui est vue par la moitié découverte *a* de l'objectif, on peut faire la lecture *au moment précis* où le fil horizontal coïncide avec son image.

L'instrument d'expérience a été construit par M. Jobin en utilisant un astrolabe à prisme moyen modèle du type créé par lui. On n'a eu qu'à changer le prisme et sa monture, à déplacer la lunette sur sa plate-forme pour amener le prisme à l'aplomb du bain de mercure et à remplacer par une cage fermée la boîte qui sert à abriter le bain contre le vent. Pour le réglage de la position du prisme dont l'arête doit être normale au plan vertical passant par l'axe optique, on n'a eu qu'à copier les organes qui servent au même usage dans l'astrolabe.

Les essais qui ont été faits avec cet instrument ont montré qu'il est nécessaire d'avoir un éclairage assez intense pour que l'image du fil horizontal ne soit pas noyée dans celle de la mire et du paysage qui l'entoure. On emploie dans ce but la lumière solaire qui est renvoyée à travers une glace dépolie sur la glace G par un miroir monté à charnière sur un anneau pouvant tourner autour du tube de la lunette, ou, à défaut, la lumière d'une petite lampe à incandescence alimentée par une pile de poche comme dans les observations à l'astrolabe. On règle l'éclairage de manière que les images du fil et de la mire soient bien nettes. Dans ces conditions l'erreur de pointé ne dépasse pas quelques dixièmes de seconde et peut encore être réduite en répétant les pointés et les lectures de la mire. Des expériences seront faites prochainement sur la base du Service du Nivellement général qui donneront une idée précise de la supériorité du nouvel appareil sur les niveaux actuels.

Nous avons fait abstraction dans ce qui précède de l'erreur de l'angle du prisme. Elle est sensible dans notre prisme d'expérience qui n'a été que dégrossi. Mais dans les

appareils définitifs dont il va entreprendre bientôt la construction, M. Jobin se charge d'amener les prismes à l'angle à 2″ près, comme il le fait pour ceux des astrolabes. Avec une pareille approximation, une différence même de plusieurs mètres entre les distances des deux mires visées produirait une erreur tout à fait négligeable.

En résumé le nouvel appareil du nivellement présente sur les niveaux actuels les avantages suivants :

1° La précision de l'horizontalité de la ligne visée est presque décuplée;

2° La vérification de cette horizontalité et la lecture de la mire se font simultanément;

3° Les retournements sont supprimés; un seul coup de niveau suffit pour chaque mire, d'où économie de temps;

4° Dans les pays de plaine, l'espacement des mires pourra être sensiblement augmenté, d'où nouvelle économie de temps.

Ajoutons que l'appareil définitif aura les mêmes facilités de mise en station que les instruments actuels et qu'il ne sera pas plus encombrant.

PHYSIQUE. — *Détermination, à l'aide des pyromètres thermo-électriques, des points de fusion des alliages de l'aluminium avec le plomb et le bismuth.* Note de M. **H. Pécheux**, transmise par M. J. Violle.

J'ai déterminé les points de fusion de mes alliages de plomb-aluminium et de bismuth-aluminium, à l'aide de deux pyromètres thermo-électriques, l'un formé par un couple platine-platine iridié à 10 pour 100, l'autre par un couple nickel-cuivre, que j'ai gradués à l'aide d'un galvanomètre Deprez-d'Arsonval étalonné au préalable en microvolts.

La *courbe* obtenue (forces électromotrices E_0^t, températures centigrades t) pour le couple platine-platine iridié est une parabole représentée, entre 0° et 1 000°, par la formule : $E_0^t = 9,28t + 0,0048t^2$.

J'ai obtenu, pour le couple nickel-cuivre, trois paraboles : l'une, de 0° à 240° (à pouvoirs thermo-électriques croissants); une autre, de 240° à 390° (à pouvoirs thermo-électriques décroissants); la troisième, de 390° à 1000° (à pouvoirs thermo-électriques croissants, mais plus rapidement que ceux de la première parabole, et se rapprochant sensiblement d'une droite) [1].

---

(1) Résultats analogues à ceux de M. Ph. Harrison, 1902 (*Philos. Magaz.*, 6e série, t. III, p. 177). Les fils de nickel et de cuivre employés étaient d'origine électrolytique.

Pour obtenir le point de fusion, ou plutôt de solidification d'un alliage, j'ai immergé la soudure chaude de chaque couple (soudure enveloppée d'un tuyau en terre de pipe et portée au préalable au rouge vif, afin de ne point refroidir trop vite l'alliage fondu) dans le bain d'alliage fondu et j'ai observé la marche du spot lumineux sur la règle transparente du galvanomètre (relié au couple par l'intermédiaire d'une résistance choisie pour obtenir 100 microvolts par millimètre de déviation sur la règle); j'agitais le bain d'alliage, pour provoquer la solidification en masse; l'arrêt de quelques secondes du spot m'indiquait la solidification de l'alliage.

Voici les températures obtenues avec les deux couples (en se servant des *courbes*) :

		Couple Pt/Pt-Ir.	Couple Ni/Cu.
Plomb-aluminium	à 92 pour 100 d'aluminium	643°	645°
	à 94 »	648	652
	à 96 »	637	635
Bismuth-aluminium	à 75 »	720	719
	à 85 »	680	674
	à 88 »	663	664
	à 94 »	655	650
Aluminium (pur)		626	630

Il faut remarquer que l'erreur absolue probable, égale à 25 microvolts dans chaque lecture, fournit avec le couple Ni/Cu (dont les forces électromotrices, à température égale, valent environ deux fois et demie celles du couple Pt/Pt-Ir), une erreur relative deux fois et demie plus faible. Aux températures auxquelles nous avons opéré (de 630° à 720°), ces erreurs comportent dans l'évaluation des températures une erreur absolue de 0°,71 avec le couple Ni/Cu; avec le couple Pt/Pt-Ir l'erreur absolue monte à 2°,75; elle est près de quatre fois plus élevée.

Aussi j'estime que, avec une soudure bien isolée pour éviter l'oxydation et avec un refroidissement convenable des fils du couple après la soudure (pour éviter l'effet Thomson), le pyromètre Ni/Cu, moins coûteux, peut rendre de bons services dans les mesures industrielles.

Nous adoptons en conséquence comme températures des points de fusion de nos alliages les chiffres fournis par le pyromètre nickel-cuivre, pour les raisons qui sont exposées précédemment.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'acide hypoiodeux à l'état naissant sur les acides à fonction éthylénique. Lactones iodées.* Note de M. **J. Bougault**.

Dans une Note précédente (1) j'ai déjà étudié l'action de l'acide hypoiodeux naissant (fourni soit par I et HgO, soit par I et carbonate alcalin)

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXIX, 1904, p. 864.

sur quelques groupes d'acides à fonction éthylénique. Entre autres résultats, j'ai montré que les acides possédant une liaison éthylénique en βγ, R — CH = CH — CH² — CO²H, donnent, dans les conditions indiquées, des lactones iodées de formule

$$\underbrace{R - \mathrm{CH} - \mathrm{CHI} - \mathrm{CH}^2 - \mathrm{CO}}_{O}.$$

J'ai étudié depuis [1], au même point de vue, les acides éthyléniques γδ, et j'ai constaté, comme on pouvait s'y attendre, qu'ils se comportent comme les acides βγ. Mais ici deux lactones iodées sont possibles,

$$R - \mathrm{CHI} - \underbrace{\mathrm{CH} - \mathrm{CH}^2 - \mathrm{CH}^2 - \mathrm{CO}}_{O} \quad \text{et} \quad R - \underbrace{\mathrm{CH} - \mathrm{CHI} - \mathrm{CH}^2 - \mathrm{CH}^2 - \mathrm{CO}}_{O},$$

et je n'ai, pour le moment, aucune raison de distinguer entre elles.

La présente Note a surtout pour but de montrer que la présence d'une liaison éthylénique en situation lactonique (βγ ou γδ) ne suffit pas pour permettre la formation de lactones iodées; la présence de certains groupes dans la chaîne lactonique peut s'opposer à la fixation de l'acide hypoiodeux.

I. *Cas des acides* R — CH = CH — CH = CH — CO²H. — Ces acides, quoique possédant une liaison éthylénique (γδ), ne donnent pas de lactone iodée. Il en est ainsi par exemple avec les acides sorbique, pipérique, cinnamylidène-acrylique.

On pourrait attribuer ce résultat négatif à la présence des liaisons éthyléniques conjuguées, la fixation de l'acide hypoiodeux se faisant suivant la règle de Thiele. Mais il n'en est rien, car l'acide cinnaménylisocrotonique [2], qui possède également deux liaisons éthyléniques conjuguées, donne très facilement une lactone iodée

$$\mathrm{C}^6\mathrm{H}^5 - \mathrm{CH} = \mathrm{CH} - \underbrace{\mathrm{CH} - \mathrm{CHI} - \mathrm{CH}^2 - \mathrm{CO}}_{O}.$$

C'est donc, jusqu'à nouvel ordre, à la présence d'une double liaison dans la chaîne lactonique qu'on peut attribuer cet empêchement. Ceci paraît confirmé par l'exemple tiré du groupe d'acides suivant.

II. *Cas des acides* R — CH = CH — CO — CO²H. — Ces acides, comme on le voit, renferment une double liaison (C = O) dans la chaîne lactonique : ils ne donnent pas de lactone iodée. La réaction a été tentée avec les acides benzylidène-, pipérylidène-, cinnamylidène-, furfurylidène-pyruvique.

---

(1) *Journ. de Pharm. et Chim.*, 6e série, t. XXII, 1905, p. 559.

(2) J. Bougault, *Comptes rendus*, t. CXLII, 1906, p. 1539.

Mais si l'on sature la double liaison par hydrogénation convenable, au moyen de l'amalgame de sodium, les acides qui en résultent $R - CH = CH - CHOH - CO^2H$ donnent très facilement des lactones iodées.

Parmi les autres acides que j'ai étudiés, je dois noter que l'acide β-benzylidène-lévulinique $C^6H^5 - CH = C\begin{cases} CH^2 - CO^2H \\ CO - CH^3 \end{cases}$ et l'acide cinnaménylparaconique

$$C^6H^5 - CH = CH - \underset{\underset{O\text{———————}}{|}}{CH} - \overset{\overset{CO^2H}{|}}{CH} - CH^2 - \underset{\underset{\text{—}|}{|}}{CO}$$

qui contiennent tous les deux une liaison éthylénique en position lactonique (βγ), ne m'ont pas donné de lactone iodée.

Comme on le voit, il est assez difficile, pour le moment, de dégager les lois de l'action de l'acide hypoiodeux sur les acides éthyléniques à fonction complexe. Mais, quoi qu'il en soit, cette réaction se prête fort bien à la caractérisation des acides susceptibles de donner des lactones iodées, à leur isolement et à leur purification, grâce d'une part à l'insolubilité des lactones iodées et, d'autre part, à la facilité avec laquelle les acides peuvent en être régénérés sous l'influence du zinc et de l'acide acétique [1].

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Les matières amylacées étudiées à l'aide de nos connaissances sur l'état colloïdal* [2]. Note de M. G. **Malfitano**, transmise par M. Laveran.

Ce que nous connaissons d'essentiel sur la nature chimique de l'amidon peut se résumer ainsi :

1° Les grains d'amidon et en général toute sorte de matières amylacées retiennent des quantités d'eau variables d'une manière continue. Il est cependant possible pour la plupart d'entre elles d'atteindre un poids suffisamment constant à une pression donnée très faible de la vapeur d'eau. 2° Ces différentes matières (amidons, fécules, amylocelluloses, amyloses, amylopectines, dextrines) sont constituées presque en totalité d'une matière organique qui, desséchée à poids constant, a une composition

(1) Des détails plus complets sur les lactones iodées obtenues seront publiés dans un autre Recueil.

(2) Cette Note a été reçue à la séance du 20 août.

centésimale exprimée par la formule $(C^6H^{10}O^5)^n$ qui est la même pour toutes. Les très intéressantes recherches de MM. Maquenne et Roux d'une part et de MM. Fernbach et Wolff de l'autre viennent de nous apprendre que cette matière est intégralement transformée en maltose par l'action de l'amylase. 3° Non seulement dans les grains d'amidon naturels, mais aussi dans tous les produits qui en dérivent avant d'arriver au terme maltose, cette matière organique contient de la matière minérale. M. Fernbach a montré que l'amidon, malgré une longue macération dans les solutions de HCl, contenait une quantité appréciable de P, pouvant aller jusqu'à 0,2 pour 100, calculée à l'état de P^2O^5. M. Demoussy, puis MM. Ford et Gutrie ont montré que l'amidon fixe des bases et des sels neutres. Je montrerai qu'il peut fixer aussi des acides.

A ces connaissances, qui peuvent être considérées comme définitives, s'ajoutent d'innombrables observations sur les propriétés des différentes matières amylacées en solution et sur les phénomènes qui ont lieu pendant la saccharification. Mais toutes ces données expérimentales restent imprécises et les théories émises sont souvent en contradiction avec les faits. Cela tient, à mon avis déjà exprimé ici (séance du 11 sept. 1905), à ce que l'on a négligé d'étudier les liaisons que la matière organique contracte dans ces cas avec la matière minérale et à ce que l'on a voulu appliquer les idées qui règnent dans la chimie moléculaire.

Or on n'a jamais pu préparer, avec aucune de ces matières, depuis l'amidon naturel jusqu'aux dernières dextrines avant le terme maltose, des solutions moléculaires. Celles-ci doivent répondre à la condition essentielle d'avoir des constantes physiques variant en fonction de la concentration et d'une manière réversible. Par contre toutes ces matières forment des solutions colloïdales.

Selon les hypothèses les plus probables nous concevons l'état colloïdal comme celui de systèmes de granules de matière insoluble, incapable de se dissocier librement en molécules, et ces granules ne peuvent rester dispersés, dans la masse du liquide, que grâce à la charge électrique que leur communiquent des ions auxquels ils sont intimement associés.

En filtrant au travers de membranes en collodion des solutions claires d'amidon, préalablement filtrées au papier, j'ai pu constater que la matière amylacée est intimement liée à des électrolytes, des phosphates alcalins et alcalino-terreux. Les analyses ainsi que le mode de dissociation de ces matières en solution montrent qu'il ne s'agit point de combinaisons ordinaires où l'amidon pourrait jouer le rôle d'acide ou de base mais bien de micelles, que je pourrai représenter par la formule hypothétique suivante : $[PO^4(C^6H^{10}O^5)^n]\equiv$. Ce qui veut dire que des molécules inertes de *maltosane* sont groupées en nombre variable autour des ions $PO^4\equiv$ et retenues par l'attraction qu'exercent ceux-ci. Ces groupements sont toujours accompagnés par les ions compensateurs, dont la nature varie avec les électrolytes libres dans la solution.

Les lois que j'ai pu établir pour le colloïde chloroferrique paraissent s'appliquer ici : 1° Si l'on fait varier qualitativement ou quantitativement les électrolytes du liquide intermicellaire, la teneur et la nature de l'électrolyte qui fait partie de la micelle change ainsi que la masse de celle-ci et sa stabilité en solution. 2° Ce colloïde négatif est coagulé par des quantités appropriées d'ions positifs, ces quantités étant en rapport avec la valence de l'ion et la composition du milieu. 3° En faisant varier la température l'état d'ionisation et l'équilibre entre les différents radicaux du système changent et, partant, les conditions de solubilité sans que la réversibilité soit assurée. 4° La nature de l'électrolyte et son état de dissociation affectent non seulement la solubilité mais la facilité avec laquelle la matière de la micelle réagit.

Les produits solubles seulement à haute température (amylocellulose) et qui étant coagulés ne se colorent pas par l'iode et ne se transforment pas ou très lentement en maltose paraissent constitués de micelles contenant des électrolytes pas du tout ou faiblement dissociés, tels les phosphates alcalino-terreux. Le phénomène de rétrogradation doit tenir à la présence de petites quantités de chaux dans les empois. La coagulation partielle pendant la saccharification (amylocoagulase) pourrait être due aussi à la chaux apportée avec les liquides diastasifères. Le phénomène de l'autoexcitation de la macération de malt doit avoir son explication dans l'élimination des phosphates de chaux, qui a lieu dans un liquide albumineux pendant la protéolyse, plutôt que dans l'apparition d'une nouvelle diastase.

Dans l'étude des albumines et de la protéolyse aussi bien que dans celle de l'amidon et de l'amylolyse on s'est efforcé d'envisager des produits différemment solubles comme des corps formés de molécules différentes. Or, dans cet ordre d'idées aucune hypothèse n'a été démontrée, car tous les produits de la protéolyse aussi bien que ceux de l'amylolyse, si l'on fait abstraction des cendres, ont la même composition centésimale et leurs propriétés ne peuvent aucunement être rapportées à des constitutions moléculaires différentes. J'ai déjà émis l'opinion (séance du 27 novembre 1905) que le mécanisme de la protéolyse est essentiellement le fait de modifications entre les rapports que les matières organiques contractent avec les matières minérales. La question se pose et paraît plus facile à résoudre pour l'amidon et dans l'amylolyse. Les différentes matières amylacées jusqu'aux dextrines ne seraient-elles pas formées par le même composé insoluble, la maltosane, associé à des électrolytes différents, d'où la différence de leurs propriétés physiques? Cette hypothèse présente l'avantage de pouvoir être soumise à l'expérience.

Depuis longtemps M. Duclaux, avec son esprit remarquable par la puissance intuitive, avait saisi l'importance du rôle des phosphates dans tous ces phénomènes : c'est seulement à présent que ses idées passent dans le domaine expérimental.

MINÉRALOGIE. — *Sur l'isomorphisme de la northupite avec la tychite.* Note de M. A. DE SCHULTEN, présentée par M. A. Lacroix.

Parmi les octaèdres réguliers de northupite de Borax Lake en Californie, MM. Penfield et Jamieson (*Am. Journ. of Science,* 4e série, t. XX, septembre 1905, p. 217) ont trouvé quelques rares cristaux également octaédriques d'un nouveau minéral, la tychite. La tychite a la composition donnée par la formule $2MgCO^3$, $2Na^2CO^3$, Na^2SO^4 et la northupite celle correspondant à la formule $2MgCO^3$, $2Na^2CO^3$, $2NaCl$. La northupite a été reproduite par moi à l'aide d'un procédé que j'ai eu l'honneur d'exposer à l'Académie en 1896 (*Comptes rendus,* t. CXXII, p. 1427). En substituant dans la préparation de la northupite le sulfate de sodium au chlorure, MM. Penfield et Jamieson sont parvenus à reproduire la tychite.

Vu la composition semblable et la forme cristalline identique de ces deux composés, qui, en outre, s'obtiennent dans des conditions semblables, on peut se demander si les deux corps ne sont pas isomorphes. J'ai essayé de trancher cette question.

A cet effet j'ai chauffé dans un ballon, au bain-marie, la solution dans 350^{cm^3} d'eau de quantités variables de sulfate et de chlorure de sodium avec 20^g de carbonate de sodium anhydre et 18^g de sulfate de magnésium cristallisé. Le carbonate de sodium est ajouté au mélange de sulfate et de chlorure de sodium, et la solution de sulfate de magnésium dans 50^{cm^3} d'eau est ensuite versée dans le mélange. Le précipité amorphe formé d'abord se rétrécit au fur et à mesure que l'on chauffe la liqueur et, au bout de deux ou trois jours de chauffe, on recueille des cristaux octaédriques que l'on débarrasse par lévigations d'un carbonate de magnésium amorphe, ou en petits cristaux aciculaires, formé en même temps. Il se produit, en outre, une quantité plus ou moins grande de rhomboèdres basés du carbonate $MgCO^3$, Na^2CO^3, que j'ai décrit précédemment (*loc. cit.*). On les enlève par triage.

Après chaque expérience, on a soumis les octaèdres obtenus à des essais qualitatifs répétés de chlore et d'acide sulfurique en ne se servant que d'un seul cristal à la fois pour ces deux essais. Ces recherches ont montré que les produits obtenus sont au moins approximativement homogènes. Lorsque, par exemple, les essais ont décelé beaucoup de chlore et une trace d'acide sulfurique dans un octaèdre, il en était de même pour tous les octaèdres examinés, provenant de la même expérience. Dès lors,

les résultats donnés ci-dessous des dosages effectués sur une masse de cristaux peuvent être considérés comme représentant, au moins approximativement, la composition d'un cristal isolé.

Ces résultats sont consignés dans le Tableau suivant :

Exp.	Quantités employées de				Composition des octaèdres calculée en pour 100.	
	NaCl	ou Na^2Cl^2.	Na^2SO^4+10aq (1)	ou Na^2SO^4.	Tychite.	Northupite.
	g	mol	g	mol		
1......	80	0,68	233	0,72	99	1
2......	90	0,77	198	0,61	76	24
3......	93	0,79	189	0,59	64	36
4......	95	0,81	183	0,57	28	71
5......	110	0,94	133	0,41	6	94

La northupite et la tychite sont donc parfaitement isomorphes.

Ces expériences montrent aussi que la tychite est bien plus stable que la northupite : dans la première expérience, où la liqueur renferme des molécules à peu près égales de chlorure et de sulfate de sodium, le produit contient, en effet, 99 pour 100 de tychite.

Il ressort, en outre, des expériences 2, 3 et 4 que dans les conditions où il se produit des octaèdres à teneur élevée, ou assez élevée, de tychite et de northupite, de petites variations dans les quantités employées de chlorure et de sulfate de sodium déterminent des variations considérables dans la composition des octaèdres.

La densité de la tychite-northupite obtenue dans l'expérience 2 a été trouvée égale à 2,57; la densité de la tychite artificielle est un peu plus forte, soit 2,588, d'après MM. Penfield et Jamieson; celle de la northupite artificielle est 2,377, d'après mes expériences antérieures.

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

G. D.

(1) Ces nombres comprennent aussi la quantité de sulfate de sodium formée par l'action du sulfate de magnésium sur le carbonate de sodium.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 SEPTEMBRE 1906,

PRÉSIDÉE PAR M. A. CHAUVEAU.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Les courbures du géoïde dans le tunnel du Simplon;* par M. **Marcel Brillouin** (¹). (Extrait.)

J'ai donné, dans une Note parue aux *Comptes rendus* le 9 avril 1906, les résultats sommaires que je venais d'obtenir au tunnel du Simplon. Ces résultats, tirés des lectures *brutes,* montrent l'influence des actions extérieures, tant par les variations des torsions à 45° de l'axe du tunnel que par l'existence de torsions parallèlement à l'axe du tunnel.

Pour en déduire la différence des courbures du géoïde dans le tunnel, il faut faire subir à ces lectures un assez grand nombre de corrections d'inégale importance et étalonner l'appareil en valeur absolue.

1° Les cylindres amortisseurs s'écartent notablement du plan vertical de symétrie de mon balancier. Il en résulte une réduction de sensibilité dans le rapport de 1 à 1,0029.

2° La compensation de la différence de marche due à la rotation du spath épais lié au balancier est produite par la rotation d'un quartz moins épais. Cette rotation est commandée par une vis tangente micrométrique; un même nombre de divisions du tambour micrométrique ne correspond pas à un même angle de rotation du quartz; d'où une première correction, géométrique, dite *correction de tangence.* En outre, le retard produit par le quartz dépend de l'incidence, variable dans une étendue de $\pm 30°$ à partir de la normale; d'où une deuxième correction, dite *correction d'incidence,* qu'on peut calculer d'après la taille et l'épaisseur du quartz, au moyen de ses deux indices de réfraction connus.

(¹) Sur le rapport de M. Darboux, l'Académie a décidé que ce Mémoire, dont les deux Notes insérées dans les *Comptes rendus* donnent un résumé complet, serait inséré dans le *Recueil des Savants étrangers.*

Chaque lecture isolée doit être soumise à ces deux corrections. On peut les faire séparément par les procédés théoriques que je viens d'indiquer, ou bien en une seule fois par un procédé expérimental de graduation en lumière monochromatique.

3° Pour le spath lui-même, il y a une petite correction d'incidence dépendant de la construction, mais invariable pendant toute une série de mesures.

4° Enfin on observe en lumière blanche, en pointant la frange achromatique; il y a donc une correction de dispersion, d'ailleurs uniforme dans toute l'étendue de l'échelle. Cette correction peut être faite d'après les indices de réfraction du quartz et du spath en fonction de la longueur d'onde; toutefois elle comporte un certain élément d'appréciation physiologique du caractère *incolore,* qui rend nécessaire un contrôle expérimental direct. L'étalonnage théorique de la vis micrométrique en angle du spath a donc été contrôlé par des observations angulaires directes. Le résultat final est le suivant :

Après corrections de tangence et d'incidence, une division de la vis micrométrique vaut 0'',865 du balancier.

La durée d'oscillation permet, en tenant compte de la correction 1°, de tirer, des mesures ainsi corrigées, la différence $\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}$, dans les conditions de l'observation.

Pour que le résultat soit intéressant il faut le rapporter à l'axe géométrique du tunnel, ce qui est assez difficile; il faut en outre le corriger d'un certain nombre de petites attractions parasites provenant de tas de sable, dalles, talus de ballast dans les chambres, etc.

Après toutes ces corrections, on obtient les résultats suivants pour le *géoïde tel qu'il est dans le tunnel* du Simplon.

R_1 et R_2 sont supposés mesurés en kilomètres, α_1 est l'azimut de la courbure R_1, à droite du tunnel.

Les deux colonnes R'_1, R'_2 sont calculées en faisant l'hypothèse arbitraire que la somme des courbures $\frac{1}{R'_1} + \frac{1}{R'_2}$, sur laquelle l'appareil ne renseigne pas, est la courbure moyenne de l'ellipsoïde. Ces valeurs montrent bien la grandeur des influences en jeu, si l'on se rappelle que le rayon équatorial est 6377^{km} et le rayon polaire 6355^{km}.

Le géoïde dans le tunnel du Simplon.

Kilomètre.	α_1.	$\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}$.	R'_1.	R'_2.
	° ′		km	km
Observat. N.	-36.25	730.10^{-7}	5170	8310
1.........	4.00	554	5420	7750
2.........	-0.25	510	5480	7620
4.........	-1.20	275	5860	6990

Kilomètre.	α_1.	$\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}$.	R'_1.	R'_2.
5	$-14°45'$	342.10^{-7}	5750 km	7150 km
6	-24.25	370	5700	7230
7	-15.25	272	5870	6980
8 G	-6.00	479	5530	7530
11	-11.20	332	5760	7130
12	-6.20	234	5930	6890
13 G	$+0.40$	670	5250	8110
14	-0.40	325	5780	7120
15	-2.20	422	5620	7370
16 voie	$+1.45$	1068	4720	9670
16	$+2.30$	542	5440	7710
17 voie	$+2.10$	1130	4690	9980
17	$+8.10$	356	5730	7200
18 G	$+1.10$	717	5190	8270

Pour aller plus loin, il reste à calculer, d'après les données de construction, l'action propre de la cavité du tunnel et des chambres. Ce qui restera sera encore considérable, comme le montre la grandeur des angles α_1, qui seraient tous nuls sous la seule influence des cavités du tunnel. Enfin, sur ce résidu, il restera à discerner la part due au relief de la montagne et celle due aux excès ou défauts de densité interne.

La description de l'appareil, la discussion minutieuse des corrections et l'étalonnage, les observations dans le tunnel du Simplon et l'indication des multiples améliorations de détail dont l'appareil est susceptible, forment la matière du Mémoire dont l'Académie m'a fait l'honneur de décider l'impression aux *Mémoires des Savants étrangers*.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *A la mémoire du professeur Ollier. Les funérailles. Inauguration des monuments à Lyon et aux Vans.*

2° *Die Trochilisken*, von A. Karpinsky. (Présenté par M. Albert Gaudry.)

3° *Handbuch der Sauerstofftherapie*, herausgegeben von Dr Med. Max Michaelis.

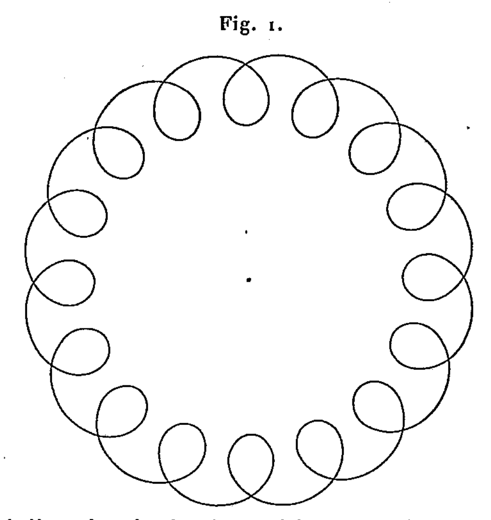
PHYSIQUE. — *Les expériences de M. Villard et sa théorie des aurores boréales.* Note de M. CARL STÖRMER.

Dans deux Notes (*Comptes rendus,* 11 juin et 9 juillet 1906) M. Villard a décrit quelques expériences très intéressantes relatives aux trajectoires des rayons cathodiques. Dans ce qui suit nous allons voir que la théorie développée dans mon Mémoire publié en 1904 [*Sur le mouvement d'un point matériel portant une charge d'électricité,* etc. (*Videnskabs-Selskabets Skrifter,* Christiania)] et continuée depuis dans deux Notes récentes (*Comptes rendus,* 25 juin et 9 juillet 1906) permet non seulement d'expliquer les phénomènes observés par M. Villard, mais aussi d'en prévoir d'autres qu'il n'a pas encore observés et qui rendront douteuses certaines de ses conclusions relatives aux aurores boréales.

Dans l'expérience de M. Villard le champ magnétique est dû à deux pôles magnétiques égaux et opposés; ce cas admet le même traitement que le cas d'un aimant élémentaire, mais la fonction Q est plus compliquée. Comme il n'y a pas cependant de différence essentielle, il suffit de traiter ce dernier cas.

Considérons d'abord une trajectoire dans le plan équatorial; le système IV de ma première Note se réduit alors à une équation intégrable par des fonctions elliptiques;

Fig. 1.



Trajectoire périodique dans le plan équatorial correspondant à $\gamma = -1,2032\dots$

soit d'abord γ négatif et plus grand que 1 en valeur absolue; la trajectoire aura alors deux branches séparées : une située entre les cercles de rayons $\gamma+\sqrt{\gamma^2+1}$ et

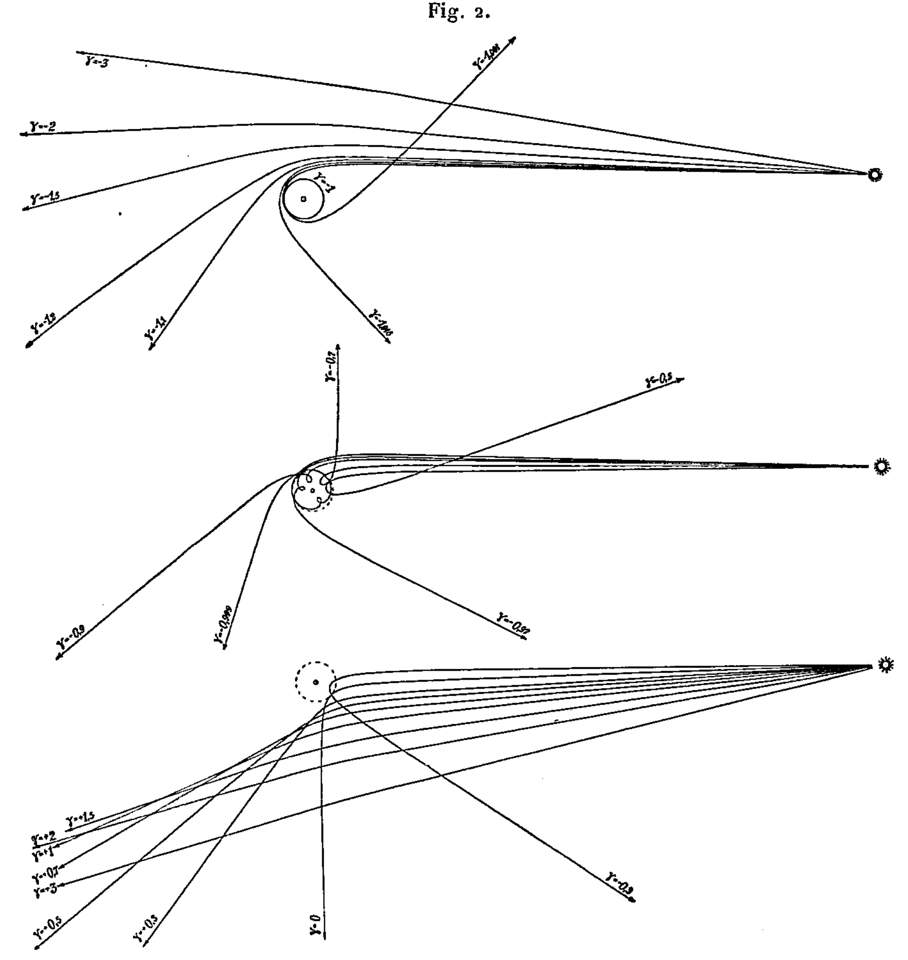
$-\gamma - \sqrt{\gamma^2 - 1}$ et l'autre en dehors du cercle de rayon $-\gamma + \sqrt{\gamma^2 - 1}$. La première branche est celle observée par M. Villard ; en introduisant des fonctions elliptiques de module $\sqrt{\frac{2}{\gamma^2+1}}$, ses équations seront

$$R = \frac{1}{-\gamma + \sqrt{\gamma^2+1}\, dn\, u}, \qquad \varphi - \varphi_0 = \text{arc}(\sin = \text{sn}\, u) + \frac{\gamma}{\sqrt{\gamma^2+1}} u,$$

φ_0 étant une constante d'intégration ; elle se compose de parties de la même forme et sera périodique pour une infinité de valeurs de γ (voir *fig.* 1).

Pour d'autres valeurs de γ on trouve des formules pareilles. La figure 2 représente une série de trajectoires que j'ai fait calculer depuis longtemps déjà.

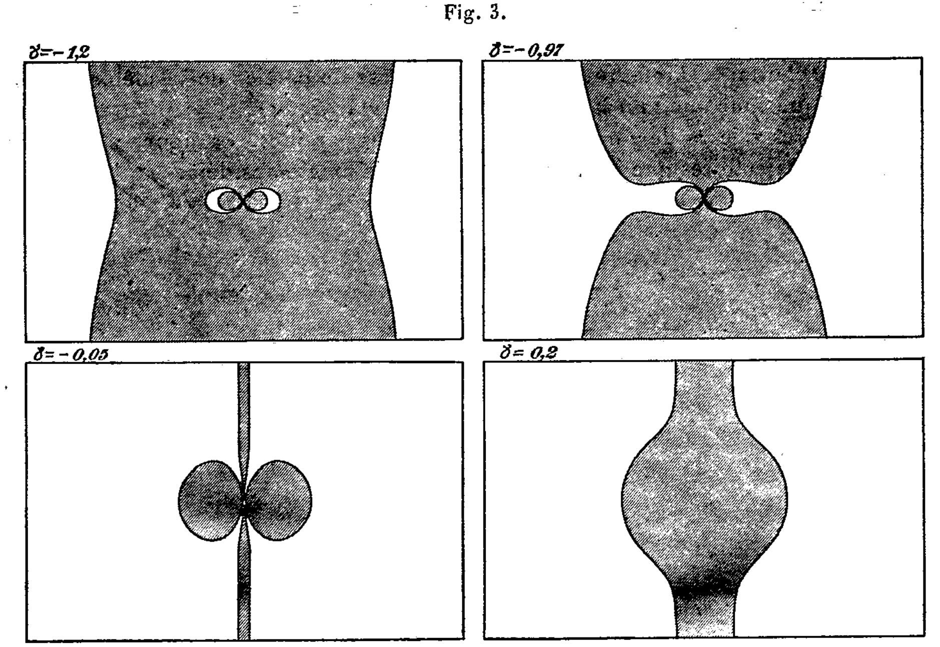
Fig. 2.



Série de trajectoires dans le plan équatorial : φ_0 est choisi de manière qu'elles passent toutes par un point à la distance S de l'origine, correspondant à la distance du Soleil, $H_0\rho_0$ étant $= 3{,}5$ (voir ma dernière Note). Pour celles correspondant à $\gamma < -1$ les branches intérieures sont omises ; le rayon du cercle est égal à 1.

Passons maintenant aux trajectoires dans l'espace. Dans mon Mémoire cité, j'ai discuté en détail les diverses formes de l'espace $0 \gtreqless Q \gtreqless 1$ en dehors duquel la trajectoire ne peut sortir. Ainsi, pour $\gamma < -1$, cet espace consiste en deux parties séparées, dont l'une est *fermée* et contient l'origine; c'est le seul cas observé par M. Villard; mais pour $\gamma > -1$ il n'y a pas de parties fermées. (Voir *fig.* 3.)

Fig. 3.



Sections par un plan passant par l'axe des z; les parties claires sont celles où $0 \gtreqless Q \gtreqless 1$ et dont la trajectoire ne peut sortir. Cf. les figures dans mon Mémoire.

Conformément aux expériences de M. Villard, considérons une trajectoire située dans la partie fermée. Par la représentation mécanique du système IV, il est facile de voir que la trajectoire peut avoir la forme que montre l'expérience; cependant il y a, d'après ma Note du 25 juin, des trajectoires allant à l'origine sans rétrograder.

M. Villard semble évidemment croire que les trajectoires ne sortent jamais des espaces fermés quand le champ est suffisamment intense, ce qui n'est pas exact; en effet, il suffit de remarquer que pour $-1 < \gamma < 0$ il y aura une série de trajectoires passant par l'origine et allant à l'infini et cela indépendamment de l'intensité du champ, ainsi que je l'ai fait voir dans ma dernière Note; l'axe magnétique lui-même est la plus simple de ces trajectoires; cf. aussi les expériences de M. Birkeland décrites dans son Mémoire *Sur l'expédition norvégienne pour l'étude des aurores boréales*, p. 39.

Donc les conclusions 1° et 3° de M. Villard ne sont pas bien fondées.

Quant à la conclusion 2° il est à remarquer que la durée d'une aurore boréale dépendra de l'étendue de sa surface d'émanation sur le Soleil et ne sera pas nécessairement très courte.

Ainsi, la théorie de M. Birkeland ne me semble pas ébranlée par la Note de M. Villard.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Poids atomique de l'argent.* Note de MM. **Ph.-A. Guye** et **G. Ter-Gazarian.**

Lorsqu'on prend pour bases les poids atomiques des éléments C, H, N, Cl, reliés directement à l'oxygène par des méthodes gravimétriques et physico-chimiques variées et concordantes, on déduit plusieurs valeurs, très concordantes aussi, du poids atomique de l'argent ([1]). On trouve ainsi Ag = 107,89 au lieu de 107,93, valeur généralement acceptée à la suite des travaux de Stas par la méthode des halogénates. Dans son Rapport pour 1906, le Comité international des Poids atomiques insista sur la nécessité de nouvelles expériences pour rechercher la cause de ce désaccord. C'est ce qui nous a engagés à entreprendre les recherches relatées dans la présente Note.

La méthode des halogénates repose sur la connaissance de deux rapports gravimétriques : du rapport d'un chlorate au chlorure correspondant, par exemple, on déduit le poids moléculaire de ce chlorure pour O = 16 et, du rapport de ce chlorure à l'argent, on tire la valeur du poids atomique de l'argent. Or, si les rapports des chlorures à l'argent ont été déterminés très souvent et par des observateurs différents, il n'en est pas de même des rapports des halogénates aux chlorures (bromures ou iodures) correspondants, ainsi qu'on peut s'en convaincre par le résumé suivant ([2]) :

Rapports atomiques.	Nombre total d'observations.	Expérimentateurs.
$KClO^3 : KCl$	40	Berzélius (4), Penny (6), Pelouze (3), Marignac (6), Gerhardt (6), Maumené (7), Stas (8).
$NaClO^3 : NaCl$	4	Penny.
$KBrO^3 : KBr$	4	Marignac.
$KIO^3 : KI$	3	Millon.
$AgClO^3 : AgCl$	8	Marignac (6), Stas (2).
$AgBrO^3 : AgBr$	2	Stas.
$AgIO^3 : AgI$	6	Millon (3), Stas (3).

([1]) Guye, *Bull. de la Soc. chim.*, 1905; *Journ. de Chim. et de Pharm.*, 1906.

([2]) Pour la bibliographie, consulter : Clarke, *Recalculations*, etc., Washington, 1897.

Si l'on écarte les déterminations trop peu nombreuses et celles relatives aux iodates, certainement entachées d'erreurs d'après les récents travaux sur le poids atomique de l'iode, on voit que le poids atomique classique de l'argent ne s'appuie plus aujourd'hui que sur deux rapports atomiques déduits l'un de l'analyse du chlorate de potasse, l'autre de celle du chlorate d'argent.

Nos expériences avaient pour but de découvrir les causes d'erreur non encore signalées que présente l'analyse du chlorate de potasse, de beaucoup la plus importante. Nous avons recherché si ce composé ne retient pas des traces des sels KCl et KClO à partir desquels il se forme. Nous n'avons pas trouvé l'hypochlorite, même dans le sel brut du commerce. Par contre nous avons reconnu qu'un chlorure accompagne toujours le chlorate $KClO^3$, avec lequel il paraît constituer une solution solide de composition constante dès la première ou la seconde cristallisation (¹). De nombreux dosages volumétriques, effectués suivant deux modes opératoires concordants qui seront décrits dans un Mémoire détaillé, nous ont montré que 1 partie de chlorate cristallisé contient en moyenne 2,7 dix-millièmes de chlorure estimé en KCl; les valeurs extrêmes observées avec des produits différents et sur plusieurs cristallisations successives ou différentes (les unes par refroidissement brusque, les autres par refroidissement lent) ont été de 2,2 et 2,9 dix-millièmes (la grande majorité étant comprise entre 2,6 et 2,8 dix-millièmes).

Or la présence de 1 dix-millième KCl dans $KClO^3$ élève le poids atomique de l'argent de 0,0177. Comme M. Clarke (*loc. cit.*, p. 54) déduit de toutes les déterminations, par le double rapport $KClO^3 : KCl$ et $KCl : Ag$, la valeur $= 107,927$, il y a par conséquent lieu de déduire : $2,7 \times 0,0177 = 0,048$, ce qui donne $Ag = 107,879$; en ne prenant que les expériences de Stas, on trouve $Ag = 107,89$.

C'est à peu près à la même valeur que conduisent les expériences remarquablement simples de Marignac sur l'analyse du chlorate d'argent, combinées soit avec les déterminations récentes de MM. Dixon et Edgar (²) (rapport Cl : H), soit avec celles de MM. Richards et Wells (³) (rapport Ag : AgCl).

On a en effet :

$AgClO^3 : AgCl = 1 : 0,74917$ (M.) (⁴), d'où AgCl.....	143,365
A déduire : poids atomique Cl (D. et E.)............	35,463

d'où

Ag..................................	107,902

(¹) Stas indique que son chlorate de potasse était exempt de chlorure; mais il est aisé de se rendre compte qu'il a fait cette constatation seulement sur les eaux de lavages des cristaux.

(²) Dixon et Edgar, *Proc. Roy. Soc.*, t. LXXVI, A, 1905, p. 250.

(³) Richards et Wells, *Journ. Am. chem. Soc.*, t. XXVII 1905, p. 524.

(⁴) M. Clarke (*loc. cit.*, p. 38) transcrit pour ce rapport la valeur 1 : 0,74911 tandis que Marignac indique expressément (*Œuvres*, t. I, p. 81) que réduit au vide ce rapport devient 1 : 0,74917.

et d'autre part :

$$Ag : AgCl = 1 : 1,32867 \text{ (R. et W.)}, \quad \text{d'où} \quad Ag = 107,901$$

En utilisant pour le rapport $AgClO^3 : AgCl$ la moyenne des huit expériences de Marignac (6) et de Stas (2), on trouve $Ag = 107,908$ et $107,905$. La moyenne $107,907$ est certainement une limite supérieure, car Marignac et Stas regardent tous deux comme très difficile de préparer du chlorate d'argent exempt de chlorure; la présence de 1 dix-millième AgCl dans le sel $AgClO^3$ suffirait pour ramener la valeur $Ag = 107,907$ à $107,89$.

Quoi qu'il en soit, la moyenne des deux meilleures applications de la méthode des halogénates, corrigées et complétées comme nous venons de le faire, est $Ag = 107,893$ ou en nombre rond $107,89$; elle se confond avec la valeur donnée il y a un an environ par l'un de nous. Ainsi disparaît le désaccord entre cette dernière et la valeur dite *classique*.

Résumant enfin les données relatives aux nouveaux modes de calcul du poids atomique de l'argent ([1]), on a :

Rapports utilisés.	Ag.	Rapports utilisés.	Ag.
$Ag : AgNO^3$	107,882	$N^2O^5 : Cs^2O$ et $Ag : CsCl$....	107,885
$Ag : CH^3CO^2Ag$	107,886	$N^2O^5 : K^2O$ et $Ag : KCl$......	107,901
$Ag : C^7H^5O^2Ag$	107,888	$KClO^3 : KCl$ et $Ag : KCl$....	107,879
$Ag : NH^4Cl$	107,871	$AgClO^3 : AgCl$ et $Cl : H$....	107,908
$Ag : Cl$	107,895	$AgClO^3 : AgCl$ et $Ag : AgCl$.	107,905

Moyenne : $Ag = 107,890$

En présence de la concordance de ces résultats nous croyons pouvoir conclure que, dès maintenant, le poids atomique de l'argent doit être abaissé de 107,93 à 107,89 (ou en nombre rond à 107,9), ce qui entraînera une correction à peu près proportionnelle sur un grand nombre d'autres poids atomiques.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Sur un cas de formation d'*anthocyanine *sous l'influence d'une morsure d'Insecte* (Eurrhipara urticata *L.*). Note de M. **Marcel Mirande**, transmise par M. Alfred Giard.

On désigne sous le terme général, un peu impropre, d'*anthocyanine*, créé par Marquart, les substances colorantes rouges répandues à profu-

([1]) Les éléments numériques utilisés pour le calcul des sept premières valeurs sont résumés dans *Journ. Chim. ph.*, t. IV, 1906, p. 181.

sion dans les divers organes de très nombreuses plantes : chez les unes pendant toute la vie, chez d'autres à certains stades de leur développement, chez d'autres encore d'une manière périodique.

Les nombreux travaux qui, depuis de longues années, sont publiés sur l'anthocyanine n'ont pu encore nous fixer d'une manière définitive sur la nature chimique, la cause de formation, le rôle biologique de cette substance.

On sait que des influences extérieures diverses peuvent provoquer chez un grand nombre de plantes la formation de la matière colorante rouge : telles la foudre, une insolation vive, une température un peu élevée. Il en est de même des lésions mécaniques. Ces lésions, naturelles ou expérimentales, ont fait l'objet de nombreuses observations, notamment de la part de Wiesner, Molisch, Pollacci, Lindsbauer, sans parler d'un certain nombre d'observations personnelles encore inédites. En incisant un pétiole de Vigne ou de *Phytolacca*, par exemple, on provoque dans la feuille la formation de la matière rouge imitant la coloration automnale.

Sous l'influence de la lésion produite par leur développement, un grand nombre de Champignons appartenant surtout au groupe des *Fungi imperfecti* déterminent dans les plantes les plus diverses l'apparition de l'anthocyanine dans les points lésés. Tout le monde a remarqué, par exemple, ces taches rouges dont sont criblées les feuilles des *Rumex*, du *Cornus sanguinea*, des Betteraves, etc. Elles sont produites par un grand nombre de formes : *Ramularia*, *Cercospora*, *Septoria*, *Ovularia*, *Coryneum*, *Glœosporium*, etc.

Le rougissement est aussi amené très souvent par des morsures d'Insectes, comme le *Tinea* de la Ronce et des *Rumex*, le *Rhynchites betuleti*, etc. Buscalioni signale des abris pratiqués par des Fourmis dans les gaines foliaires de certaines Mélastomacées des pays tropicaux de l'Amérique. Ces abris sont tapissés à l'intérieur par une assise cellulaire colorée en rouge.

Par cette Note je désire signaler aux biologistes un cas remarquable de formation d'anthocyanine sous l'influence d'une morsure d'insecte. Ce cas particulier contribuera à nous éclairer sur le rôle rempli par la coloration rouge dans ces abris creusés dans les plantes par de nombreux insectes principalement à l'état de larves.

Pendant deux années consécutives j'ai eu l'occasion d'observer en Savoie, dans les environs d'Aix-les-Bains, une chenille vivant sur une Labiée, le *Galeopsis Tetrahit* (vulgairement nommé Ortie royale), dans des circonstances particulièrement intéressantes.

Cette chenille se construit un abri en forme de fourreau en repliant une feuille, vers le haut, autour de sa nervure médiane comme charnière et en collant les bords du

limbe depuis la pointe jusqu'au voisinage de la base. Pour soutenir le poids de cet abri qui viendra s'augmenter bientôt de celui de son propre corps, l'insecte tend, au-dessus de la feuille, un grand nombre de fils de soie qui relient la ligne de fermeture du limbe à la tige de la plante. Ces câbles de soutien sont utiles pour contre-balancer l'effet d'un certain point faible de la feuille, point où réside précisément la particularité pleine d'intérêt sur laquelle je désire surtout attirer l'attention : vers le milieu du pétiole foliaire et à la face inférieure de ce pétiole, la chenille ronge les tissus, provoquant une petite entaille qui sectionne l'écorce et une partie des faisceaux libéroligneux.

Sous l'influence de cette blessure, insuffisante à amener la mort de la feuille, celle-ci ne tarde pas à prendre une teinte profonde d'un rouge violacé. Toutes les cellules du limbe et du parenchyme des nervures sont pleines d'anthocyanine.

La chenille s'abrite dans ce fourreau rouge, couché le long de la nervure médiane qui constitue le plancher, la tête tournée vers l'orifice.

Sur un même pied de *Galeopsis* j'ai pu observer deux de ces abris ainsi constitués et habités par leur chenille, et, en outre, çà et là, quelques feuilles non fermées en fourreau, mais portant cependant, vers le milieu du pétiole, la blessure caractéristique décrite plus haut, et colorées en rouge sous l'influence de cette blessure. Ces feuilles représentent apparemment des essais de construction d'abris par des chenilles à la recherche du meilleur emplacement, ou des constructions interrompues et abandonnées pour une cause quelconque. Ce fait nous indique que la chenille effectue la morsure du pétiole avant de plier et de fermer le limbe de la feuille ; elle tend ensuite ses câbles de soutien.

Par le moyen d'une blessure artificielle faite au canif ou simplement avec l'ongle, au même point de la feuille, on peut provoquer le rougissement de cette dernière au bout de quelques jours.

Le *Galeopsis Tetrahit*, vers la fin de sa végétation, perd généralement sa belle teinte verte pour colorer en rouge sa tige et ses feuilles. Cette coloration naturelle se produit vers la fin d'octobre ou au début de novembre. La chenille en question vit sur le *Galeopsis* et dans les conditions que je viens de décrire, à partir de septembre, hâtant la formation de l'anthocyanine dans les feuilles qu'elle a choisies.

Quel avantage obtient l'insecte en provoquant ainsi le rougissement de son fourreau foliaire ? Peut-être trouve-t-il dans les radiations rouges, plus chaudes que les autres, une légère élévation de température qui lui est profitable dans un pays où, à cette époque de l'année, commence déjà la saison froide.

Quelle est maintenant la chenille qui nous offre ce trait remarquable de mœurs animales ?

M. A. Giard a bien voulu examiner cet insecte, le déterminer et m'envoyer à son sujet d'utiles renseignements. Cette chenille appartient au Botyde de l'Ortie ; c'est la larve de l'*Eurrhipara urticata* L., nom moderne de l'ancien *Botys urticalis*. Dans certaines régions de la France, le Nord

notamment, l'espèce vit sur les Orties et surtout sur l'*Urtica urens*. Paux dit à son sujet [*Catal. des Lépidoptères du Nord* (*Bull. scient.*, t. XXXV, 1901, p. 62)] : « La chenille est d'un blanc jaunâtre, avec la vasculaire d'un vert brun et des lignes blanches; elle vit, depuis le mois d'avril jusqu'en septembre, sur *Urtica urens* dans une feuille roulée dont elle fait sa nourriture; elle hiverne dans les tiges sèches de l'Ortie. »

Peut-être ce Botyde vit-il aussi, en Savoie, sur les Orties qui, très souvent du reste, croissent en compagnie des *Galeopsis*, et ne recherche-t-il qu'un abri momentané sur cette Labiée, au moment des premiers froids, avant d'aller trouver son gîte d'hivernage parmi les tiges sèches? Je tâcherai d'élucider ce détail; en attendant, il est intéressant d'enregistrer un fait curieux de plus, relatif aux phénomènes d'adaptation entre l'animal et la plante.

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

M. B.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 SEPTEMBRE 1906,

PRÉSIDÉE PAR M. TROOST.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Le Congrès international pour l'étude des régions polaires*. Note de M. G. BIGOURDAN.

Ce Congrès, qui s'est ouvert à Bruxelles le 7 septembre courant, vient de clore ses séances; comme l'Académie m'avait fait l'honneur de me déléguer pour l'y représenter, je me propose ici d'indiquer l'origine et la constitution de ce Congrès, de résumer les discussions qui s'y sont produites et de donner enfin le projet de statuts auquel on s'est arrêté, en vue de constituer une *Commission* polaire internationale.

En septembre 1905 un Congrès international d'expansion mondiale, tenu à Mons, émit les vœux suivants :

1° De voir créer une Association internationale pour l'étude des régions polaires;

2° De voir jeter les bases de cette Association en 1906, par la convocation préalable d'une assemblée générale des états-majors scientifiques et maritimes des expéditions polaires principales, entreprises jusqu'à ce jour;

3° De voir le Gouvernement belge prendre cette initiative auprès des Gouvernements des autres pays.

Suivant le désir exprimé par les promoteurs de ces vœux, il avait été décidé primitivement qu'une Conférence préliminaire des explorateurs polaires aurait lieu à Bruxelles en mai 1906, et que les propositions formulées au cours de cette Conférence seraient ensuite soumises, au mois de septembre suivant, à l'appréciation des membres d'une seconde Conférence

internationale, comprenant des délégués d'États, des délégués des Académies et Sociétés savantes, ainsi que les explorateurs polaires ayant assisté à la première assemblée.

Mais, afin de donner satisfaction à plusieurs explorateurs résidant très loin de Bruxelles et qui, par ce fait, n'auraient pu assister aux deux réunions, la Conférence préliminaire du mois de mai fut supprimée, et c'est la seconde qui a constitué le Congrès de septembre 1906.

Les membres de ce Congrès étaient :

1° Les délégués des États;

2° Les délégués des Académies, des Instituts et des Sociétés savantes des divers pays;

3° Les personnes ayant fait partie de l'état-major d'une expédition scientifique dans les régions polaires;

4° Des adhérents privés.

En fait, environ 15 États, 80 sociétés ou institutions savantes et 15 expéditions polaires désignèrent des délégués, qui en grand nombre ont été présents au Congrès.

Dès la séance d'ouverture (7 septembre, matin), consacrée surtout à la constitution du bureau et aux discours de bienvenue, de remerciements, etc., on put commencer la discussion générale, en s'aidant d'un programme provisoire élaboré par une Commission d'organisation,

Quelques délégués exprimèrent le regret qu'on n'eût pas réuni la Conférence préliminaire d'explorateurs; d'autres firent ressortir l'impossibilité matérielle en face de laquelle on s'était trouvé, et montrèrent que d'ailleurs cela ne saurait présenter de bien graves inconvénients, puisque les explorateurs présents pouvaient se réunir actuellement, se concerter et développer librement leurs idées.

Dans les deux séances générales suivantes (7 septembre soir, et 8 septembre matin), on reconnut la nécessité de systématiser les recherches dans les régions polaires, et, pour cela, de procéder à l'établissement d'un plan méthodique d'exploration. En conséquence, on discuta sur l'opportunité d'organiser de nouvelles expéditions, sur l'utilité d'avoir des expéditions simultanées vers les deux pôles, sur l'établissement de postes fixes d'observation pendant la durée des expéditions, etc. : on fut unanime à reconnaître qu'avant de pouvoir songer à atteindre les pôles on doit procéder à l'étude assez détaillée des régions qui les entourent, particulièrement au point de vue de l'océanographie et de l'exploration géographique.

Quant à l'étude détaillée des questions scientifiques corrélatives, des méthodes à suivre, des instruments à employer, etc., elle fut renvoyée à des Commissions correspondant aux Sections suivantes, entre lesquelles ces matières furent partagées :

Section I. — Astronomie, Géodésie, Hydrographie, Topographie.

Section II. — Météorologie, magnétisme terrestre, courants telluriques, électricité atmosphérique, étude des couches supérieures de l'atmosphère, aurores polaires.

Section III. — Géologie, Minéralogie, Sismologie.

Section IV. — Océanographie.

Section V. — Biologie, Zoologie, Botanique.

Section VI. — Équipement, approvisionnements, matériel de transport, animaux et engins pour la traction, matériel aéronautique des postes fixes et des expéditions d'exploration.

Section VII. — Bibliographie.

Ces diverses questions n'étaient pas de nature à passionner les débats, mais on pouvait craindre qu'il n'en fût pas de même de celle relative à la formation d'une Association internationale, car on avait pu se rendre compte que les délégués avaient, sur ce point capital, des avis très différents.

On s'entendit sans peine pour confier à une *Commission spéciale* l'étude d'un avant-projet de statuts ; mais quelques délégués voulaient la composer uniquement d'explorateurs. Après une discussion assez longue, et parfois vive, il fut arrêté que cette Commission comprendrait tous les explorateurs présents, auxquels le président du Congrès adjoindrait un tiers d'autres membres.

Dans cette Commission spéciale, deux projets fort différents se trouvèrent en présence : — l'un aurait formé une association de *particuliers*, régie à peu près par les statuts de la Commission internationale des glaciers, dont le siège est sans cesse variable, et qui fonctionne très simplement, avec un budget minime (1200^{fr} par an); — l'autre, inspiré par ce qui a lieu pour l'Association internationale de Sismologie, aurait formé une association d'*États* ayant pour organes une Assemblée générale, un Comité permanent et un Bureau central, avec budget permettant de rémunérer un Secrétaire général, d'entreprendre des recherches, etc.

Après une discussion prolongée et grâce aux concessions qui furent faites de part et d'autre, on parvint à s'entendre sur un projet intermédiaire, et la Commission fut unanime pour proposer au Congrès la fondation d'une Commission internationale d'*information* et non d'exécution, ayant les statuts suivants :

PROJET DE STATUTS.

ART. 1. — Il est créé une *Commission polaire internationale*.

ART. 2. — Cette Commission a pour objet :

1° D'établir entre les explorateurs polaires des relations scientifiques plus étroites ;

2° D'assurer, dans la mesure du possible, la coordination des observations scientifiques et des méthodes ;

3° De discuter les résultats scientifiques des expéditions ;

4° De seconder les entreprises qui ont pour objet l'étude des régions polaires pour autant que celles-ci le demandent, notamment en indiquant les desiderata scientifiques.

La Commission s'interdit de diriger ou de patronner une expédition déterminée.

ART. 3. — La Commission se compose des représentants de tous les pays dont les nationaux ont dirigé une ou plusieurs expéditions polaires, ou participé scientifiquement à une telle expédition, et ce à raison de deux membres effectifs et de deux membres suppléants par pays.

ART. 4. — Toutefois, la Commission pourra, à la majorité absolue, admettre dans son sein les représentants des pays ne se trouvant pas dans les conditions de l'article précédent.

ART. 5. — Les membres effectifs et suppléants de la Commission sont désignés par les Gouvernements ou les Corps savants des divers pays intéressés. Ils sont choisis de préférence parmi les personnes ayant dirigé une expédition polaire ou y ayant participé scientifiquement.

Il y aura, autant que possible, dans la représentation de chaque pays, un explorateur arctique et un explorateur antarctique.

Les membres effectifs et suppléants sont désignés pour 6 ans ; ils sont renouvelés par moitié en chaque pays, tous les 3 ans, et sont rééligibles.

ART. 6. — La Commission nomme des membres correspondants choisis parmi les hommes compétents ayant fait campagne dans les régions polaires ou les auteurs de travaux scientifiques utiles à l'étude de ces régions.

ART. 7. — En matière administrative, les membres effectifs ont seuls le droit de vote. Les membres correspondants ont voix consultative.

En matière scientifique, les membres effectifs et les membres correspondants jouissent des mêmes droits, et leurs votes ont des valeurs identiques.

ART. 8. — La Commission élit dans son sein, pour 3 ans, un président, un vice-président et un secrétaire.

Les titulaires de ces fonctions ne sont rééligibles en la même qualité qu'après un intervalle d'une année.

La Commission se réunit sur la convocation du président, dans la capitale du pays auquel il appartient. Toutefois, un tiers des membres a le droit de requérir du président la convocation de la Commission, en indiquant l'ordre du jour à soumettre à l'Assemblée.

La convocation précède toujours la réunion de 3 mois.

La présence de la majorité des membres en fonctions est nécessaire pour toute déli-

bération. Les décisions sont prises à la majorité absolue. En cas de partage, la voix du président est prépondérante.

Les membres suppléants siègent en lieu et place des membres effectifs empêchés; ils en exercent les droits, tant que l'empêchement subsiste.

ART. 9. — Il est strictement interdit à la Commission de s'occuper d'opérations financières.

La Commission spéciale et les Commissions scientifiques ayant terminé l'étude des questions soumises à leur examen, le Congrès les discuta à son tour, en séances générales (11 septembre, matin et soir) : il ratifia à l'unanimité et sans débat les conclusions et les vœux présentés par les Commissions scientifiques; mais le projet de statuts présenté par la Commission spéciale souleva quelques critiques, motivées par le peu d'importance attribuée aux Corps scientifiques dans la composition de la Commission polaire internationale. On expliqua aux opposants, au nombre de deux seulement, le caractère transactionnel du projet présenté et l'on fit ressortir son élasticité qui en permettra l'extension à mesure des besoins. Finalement, ce projet de statuts fut également adopté à l'unanimité.

Enfin le Congrès chargea son bureau de porter à la connaissance des États et de l'Association internationale des Académies le projet de statuts qui venait d'être adopté (1).

Si l'on quittait le terrain purement scientifique, il y aurait lieu de mentionner l'excellent accueil fait aux délégués à Bruxelles, à Anvers et partout en Belgique; de citer un grand nombre d'éminentes personnalités belges qui ont puissamment contribué au succès du Congrès, d'indiquer la remarquable organisation matérielle de celui-ci, etc. Disons seulement qu'on a été unanime à confier la présidence à M. Beernaert, ministre d'État, membre de l'Académie royale de Belgique et membre associé de notre Académie des Sciences morales et politiques; et le Congrès tout entier a rendu hommage à la haute autorité et à la parfaite impartialité avec lesquelles il a dirigé ses délibérations.

(1) A la dernière séance, MM. Bénard et Charcot annoncèrent qu'ils organisent actuellement deux expéditions polaires d'études, dont l'une ira au Nord et l'autre au Sud. M. Arctowski et le professeur O. Nordenskiöld firent aussi connaître leur intention d'organiser, chacun de son côté, une prochaine expédition polaire.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce la mort de M. *Ludwig Boltzmann*, Correspondant de l'Académie pour la Section de Mécanique.

GÉODÉSIE. — *Sur les déviations de la verticale dans la région du Sahel d'Alger*. Note de M. **R. Bourgeois**, présentée par M. Bassot.

I. On sait l'importance qu'il faut attacher, en Géodésie, au choix de la station fondamentale qui sert de point de départ pour le calcul des coordonnées géographiques des sommets de triangulation. Les coordonnées de cette station, qui sont déterminées au préalable par des observations astronomiques de haute précision, doivent être, autant que possible, affranchies de toutes les anomalies que peuvent causer les attractions topographiques.

En France, c'est le Panthéon qui a servi et sert encore de station fondamentale, et l'on s'est assuré récemment, avant de conserver ce point pour le nouveau réseau, que les influences causées par les terrains qui entourent Paris peuvent être considérées comme négligeables ou comme se compensant sensiblement.

Lorsqu'il s'est agi, en 1874, de définir la station fondamentale de la triangulation de l'Algérie, Perrier choisit, à défaut d'observatoire permanent qui n'existait pas à cette époque, le point de Colonne Voirol situé aux environs d'Alger et dont la jonction au réseau déjà constitué était facile.

La station fut rattachée à Paris en longitude, avec la collaboration de MM. Lœwy et Stephan : les deux autres coordonnées, latitude et azimut, y furent mesurées en même temps.

Colonne Voirol joue donc, par rapport à la triangulation algérienne, le même rôle que le Panthéon par rapport à la triangulation française. Mais cette station est-elle affranchie de toute anomalie topographique?

L'examen de cette question n'a pu être fait que plus tard, après la fondation de l'Observatoire national sur le plateau de la Bouzaréah, à 5^{km} environ à vol d'oiseau de Colonne Voirol.

Les astronomes de cet Observatoire y ont déterminé la latitude avec une extrême précision et le Service géographique a fait procéder, avec le

concours de M. Trépied, au rattachement géodésique des deux Observatoires et à la détermination astronomique de l'azimut de la station géodésique de Voirol sur l'horizon de la station de la Bouzaréah.

II. Quand on compare la latitude astronomique de la Bouzaréah avec la latitude géodésique du même point, calculée en partant des coordonnées fondamentales de Voirol, et l'azimut astronomique de la direction Bouzaréah-Voirol à l'azimut géodésique, on constate les différences suivantes :

$$\left.\begin{array}{l} L_a - L_g = +35'',90 \\ Z_a - Z_g = -16'',22 \end{array}\right\} \text{(secondes centésimales).}$$

Cette discordance est l'indice d'une forte déviation de la verticale en l'une ou l'autre station.

Or, si l'on examine la Carte géologique des environs d'Alger, on voit que l'Observatoire de la Bouzaréah est situé au sommet d'un îlot de terrain de l'époque azoïque, composé de schistes cristallins et de calcaires métamorphiques de densité voisine de 3,0 et que cet îlot est entouré comme d'une ceinture formée par des couches du terrain tertiaire supérieur dont la densité est voisine de 2,0. Ce fait amène à supposer que c'est à Voirol que la verticale est déviée par l'attraction du massif de la Bouzaréah.

III. En vue d'étudier cette anomalie, nous avons entrepris une série de déterminations de latitudes et d'azimuts astronomiques en un certain nombre de stations convenablement réparties autour de l'îlot de terrain très dense qui forme la région connue sous le nom de *Sahel d'Alger*; ces stations ont été reliées entre elles, ainsi qu'à Voirol et à la Bouzaréah par une triangulation, de façon à pouvoir former en chacune d'elles des différences astronomie-géodésie pour la latitude et l'azimut d'un côté.

Enfin, pour compléter l'étude, nous avons fait déterminer, en chacun de ces points, l'intensité de la pesanteur.

Les observations de latitude ont été faites au moyen de l'astrolabe à prisme Claude-Driencourt, celles d'azimut, à l'aide d'un petit instrument des passages de Gautier, l'intensité de la pesanteur a été déterminée au moyen du pendule réversible et inversable de Defforges.

Toutes les opérations sur le terrain ont été faites par le capitaine Notrel.

IV. Si l'on dresse tout d'abord le Tableau des résultats fournis par les déterminations d'intensité de la pesanteur à la Bouzaréah et aux quatre stations situées sur le pourtour du Sahel, on obtient :

Stations.	g observé.	g réduit au niveau de la mer par la formule de Bouguer.
Bouzaréah (345^m)	9,79975	9,80049
Voirol (213^m)	9,79963	9,80009
Dély-Ibrahim (250^m)	9,79967	9,80025
Chéraga (135^m)	9,79991	9,80020
Amirauté (30^m)	9,79993	9,79996

Comme les cinq stations sont situées à moins de 6^{km} les unes des autres, les cinq valeurs de g réduites au niveau de la mer doivent être identiques, aux erreurs d'observation près, c'est-à-dire au maximum à 4 ou 5 unités près du cinquième ordre : l'attraction topographique du massif du Sahel est donc on ne peut plus manifeste et d'autant plus forte que les stations sont plus voisines du centre de gravité du massif attirant.

V. Il est donc logique de supposer que c'est en Voirol et non à la Bouzaréah que la verticale est déviée et de calculer les coordonnées géodésiques des différentes stations, ainsi que les azimuts des différentes directions en partant des coordonnées astronomiques de la Bouzaréah pour laquelle nous admettons que la verticale vraie coïncide avec la verticale théorique, ou du moins s'en écarte le moins.

On obtient ainsi les résultats résumés dans le Tableau suivant pour les différences astronomie-géodésie :

Comparaison des latitudes.

Stations.	L_a.	L_g.	$L_a - L_g$.
	G ″	G ″	″
Bouzaréah	40.8896,60	»	»
Amirauté	40.8759,52	40.8775,57	— 16,05
Voirol	40.8358,64	40.8394,54	— 35,90
Dély-Ibrahim	40.8382,10	40,8409,70	— 27,60
Chéraga	40.8741,36	40.8760,66	— 19,30

Comparaison des azimuts.

Stations.	Z_a.	Z_g.	$Z_a - Z_g$.	$Z_a - Z_g \cot L$.
	G ″	G ″	″	″
Bouzaréah (Z de Voirol)	386.7834,23	»	»	»
Amirauté (Z de Bouzaréah)	123.0183,67	123.0158,51	+ 25,16	+ 33,71
Voirol (Z de Bouzaréah)	186.7929,10	186.7912,88	+ 16,22	+ 21,73
Dély-Ibrahim (Z de Douéra)	24.5875,57	24.5917,09	— 41,52	— 55,63
Chéraga (Z de O. Fayet)	398.6340,30	398.6345,57	— 5,19	— 6,95

L'ellipsoïde de référence est l'ellipsoïde de Clarke 1880 $\alpha = \frac{1}{293,46}$.

VI. En reportant ces valeurs des déviations sur la carte des environs d'Alger, on voit qu'aux stations de Voirol, Dély-Ibrahim, l'Amirauté et Chéraga, la verticale est nettement déviée vers le massif du Sahel; le signe contraire des déviations dans le sens Est-Ouest en Voirol et l'Amirauté d'une part, en Chéraga et Dély-Ibrahim de l'autre, est caractéristique.

Il y a donc concordance complète entre les indications fournies par : 1° les comparaisons des latitudes et azimuts astronomiques et géodésiques; 2° les valeurs de la pesanteur; 3° les données de la Géologie.

Il résulte de ces considérations que la station de Voirol, choisie comme origine des coordonnées de la triangulation algérienne, ne remplit pas les conditions actuellement recherchées pour le point fondamental et qu'en raison de l'importance de la question il y a lieu de continuer, en Algérie, les mêmes études de haute Géodésie, en vue de la recherche d'un point origine.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'action du fluor sur le chlore et sur un nouveau mode de formation de l'acide hypochloreux.* Note de M. **Paul Lebeau**, présentée par M. Henri Moissan.

Dans son étude des propriétés du fluor [1], M. Moissan a constaté que, si l'on fait arriver du fluor dans une atmosphère de gaz chlore, il n'y a pas de réaction sensible, soit qu'il n'existe pas de fluorure de chlore, soit que la combinaison ne se produise qu'à une température différente. En outre le fluor, déplaçant le chlore des chlorures métalliques, soit à froid soit à chaud, n'a jamais donné de combinaison avec le chlore ainsi libéré. On peut donc en conclure qu'à la température ordinaire ou à chaud le fluor et le chlore ne s'unissent pas, ni directement, ni indirectement.

Nous avons repris l'étude de l'action du fluor sur le chlore à basse température. Deux séries d'expériences ont été faites dans ce but : les unes en opérant en présence d'un excès de fluor, les autres en présence d'un excès de chlore.

L'appareil que nous avons employé dans les deux cas comprenait une chambre à réaction en verre, constituée par un tube de 2^{cm} de diamètre, fermé à sa partie inférieure. Ce tube, d'une longueur de 20^{cm}, était terminé à sa partie supérieure par trois tubulures. Deux de ces tubulures étaient verticales et servaient, l'une au passage d'un tube de platine, permettant de faire arriver du chlore, l'autre au passage du tube à dégagement de l'appareil à fluor. La troisième tubulure, disposée latéralement, était reliée avec un système de deux condenseurs pouvant être refroidis à des températures différentes. Ces condenseurs étaient suivis d'un tube de verre portant une série d'ampoules. Entre chaque ampoule, le tube était étranglé, afin de faciliter la fermeture de chacune d'elles par un jet de chalumeau à un moment donné.

(1) Moissan, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. XXIV, 1891, p. 224.

A la sortie du tube à ampoules, on a adapté un dernier condenseur, constamment refroidi pendant l'expérience au moyen d'air liquide, dans le but d'empêcher l'entrée de l'air humide dans l'appareil. Les joints étaient faits avec de la paraffine, en ayant soin de ne laisser, entre les différents tubes, que des espaces capillaires.

L'appareil étant complètement rempli de chlore, on a fait arriver un courant lent de fluor, en refroidissant progressivement jusqu'au voisinage de la température de liquéfaction du chlore, vers $-40°$. A cette température, il ne se condense aucun composé moins volatil que le chlore.

Le mélange d'acétone et d'anhydride carbonique, entourant la chambre à réaction, a été refroidi par addition d'anhydride carbonique à $-50°$, de façon à liquéfier le chlore, puis peu à peu la température a été abaissée à $-80°$. La chambre à réaction contenait alors 4^{cm^3} à 5^{cm^3} de chlore liquide et le tube à fluor débouchait dans le liquide même. Le fluor se dissout dans le chlore, mais une grande quantité de ce gaz se dégage. Il est en effet facile de constater à la sortie du tube à ampoules que le silicium s'enflamme très facilement.

La chambre à réaction étant toujours maintenue à $-80°$ on a également refroidi à cette même température le premier condenseur, le second étant plongé dans l'oxygène liquide, puis on a cessé de faire arriver du fluor et procédé à la distillation du liquide, qui présentait sensiblement la même coloration que le chlore liquéfié. Le premier condenseur a retenu la presque totalité du liquide. Dans le second, aucun produit ne s'était condensé et les ampoules renfermaient du fluor pur.

Cette expérience nous a montré qu'il n'existait aucun composé de chlore et de fluor, susceptible de se former par union directe, moins volatil que le chlore, ou encore dont le point d'ébullition soit compris entre $-80°$ et le point d'ébullition de l'oxygène, c'est-à-dire $-182°,5$. Le composé fluoré ayant pu prendre naissance ne pouvait donc bouillir qu'entre $-40°$ et $-80°$ et, par conséquent, devait être retenu par le premier condenseur. Nous avons isolé ce condenseur et nous en avons laissé volatiliser le contenu en ayant soin de le fractionner et de le recueillir dans diverses séries d'ampoules. Pendant la durée de l'ébullition, on a pu changer trois fois le tube à ampoules, ce qui a permis de prélever des échantillons des gaz, dégagés vers le début, le milieu et la fin de la volatilisation. Ces gaz présentaient la composition suivante :

	Fluor pour 100.	Chlore pour 100.
Première série d'ampoules	97,32	2,68
Deuxième »	91,40	8,60
Troisième »	0,63	99,37

Ces nombres expriment les rapports calculés entre les quantités de fluor et de chlore.

La dissociation d'un fluorure de chlore pouvant se produire pendant

la distillation, nous avons soumis au refroidissement la solution de fluor dans le chlore liquide. Que le refroidissement soit brusque ou lent, on constate une prise en masse rapide du liquide accompagnée d'un dégagement gazeux provoquant une sorte de rochage. Le gaz ainsi séparé est du fluor ne renfermant que des traces de chlore et le solide restant est du chlore sensiblement pur. Tout se passe comme si nous avions une simple dissolution du fluor dans le chlore liquéfié, ce fluor se dégageant brusquement au point de solidification de son dissolvant.

En opérant en présence d'un excès de fluor les résultats ont été identiques.

Lorsque nous avons analysé nos mélanges gazeux de fluor et de chlore, nous avons observé que la solution alcaline ayant servi à les absorber possédait l'odeur des hypochlorites. En remplaçant la lessive alcaline par de l'eau distillée, on obtient une liqueur acide, possédant des propriétés décolorantes et les caractères d'une solution étendue d'acide hypochloreux. La solution ne précipite pas immédiatement par le nitrate d'argent, mais fournit, après traitement par l'acide sulfureux, un précipité de chlorure d'argent. Le chlore est donc entièrement à l'état d'acide hypochloreux. Cette oxydation du chlore, qui aurait pu faire croire à la formation préalable d'un fluorure de chlore, se produit très facilement quand on fait passer un courant de fluor dans l'eau de chlore.

En présence de l'eau, le fluor réagit donc sur le chlore selon l'équation : $H^2O + Cl + F = HF + ClOH$; en outre, une partie de l'eau est décomposée par l'excès de fluor et il se dégage de l'oxygène.

En résumé, le fluor et le chlore ne s'unissent pas directement. Le chlore liquéfié dissout le fluor, mais le fluor se dégage au point de solidification du chlore. En présence de l'eau, le fluor oxyde le chlore, qu'il transforme complètement en acide hypochloreux. C'est là un nouveau mode de formation de cet acide.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèses dans le groupe quinoléique : acide phénylnaphtoquinoléine dicarbonique et ses dérivés.* Note de MM. **L.-J. Simon** et **Ch. Mauguin.**

Le produit prépondérant de l'action de l'éther oxalacétique sur la benzylidène-β-naphtylamine est un composé d'addition

$$\begin{array}{c} CO^2C^2H^5 - CO - CH - CO^2C^2H^5 \\ \qquad\qquad\qquad | \\ C^{10}H^7 - NH - CH - C^6H^5. \end{array}$$

Soumis à l'action condensante de l'acide sulfurique concentré et froid, il se transforme en un composé cyclique (I), dont l'oxydation par l'acide chromique conduit régulièrement à l'éther phénylnaphtoquinoléine dicarbonique (II),

$$C^{10}H^6\underset{NH}{\overset{C-CO^2C^2H^5}{\text{(I)}}}\begin{matrix}C-CO^2C^2H^5\\CH-C^6H^5\end{matrix}\qquad C^{10}H^6\underset{N}{\overset{C-CO^2C^2H^5}{\text{(II)}}}\begin{matrix}C-CO^2C^2H^5\\C-C^6H^5\end{matrix}.$$

Ces résultats ont été annoncés provisoirement par MM. L.-J. Simon et A. Conduché (¹); après une étude plus approfondie, nous pouvons les confirmer; dans ce qui suit, nous envisagerons les circonstances de la saponification de l'éther phénylnaphtoquinoléine dicarbonique et les propriétés des corps acides qui en résultent.

Cet éther est d'une stabilité remarquable qui contraste étrangement avec les propriétés de l'éther oxalacétique, duquel il provient.

Il fond à 128° et peut même être distillé sous pression réduite à 305°, sans aucune altération. Il n'est pas modifié par l'action des acides chlorhydrique ou sulfurique étendus ou concentrés, même à chaud; bien plus, chauffé avec une solution très concentrée de potasse, il fond en gouttelettes huileuses qui se concrètent par refroidissement sans qu'on observe ni décomposition, ni même une saponification partielle.

Cette saponification peut toutefois être réalisée par l'emploi de potasse alcoolique : il y a lieu de distinguer deux cas :

I. *Action prolongée de la potasse alcoolique concentrée.* — L'action prolongée (15 heures) d'une solution alcoolique concentrée (15 pour 100) provoque la saponification complète; l'évaporation de l'alcool fournit le sel de potassium cristallisé, d'où l'on passe aisément au biacide

$$C^{19}H^{11}N\begin{cases}CO^2H\\CO^2H\end{cases}.$$

Cet acide se présente sous forme de fines aiguilles microscopiques jaune pâle; il est insoluble dans l'eau et les solvants usuels. Soluble dans la potasse aqueuse ou alcoolique, il peut être titré alcalimétriquement en présence de phtaléine; la solution alcoolique fournit par évaporation le sel alcalin; au moyen de celui-ci on obtient aisément par double décomposition les sels peu solubles d'argent, de cuivre, de plomb, de calcium, de baryum qui ont été isolés et analysés. Le sel le plus caractéristique est le sel cupro-ammoniacal $C^{19}H^{11}N\begin{matrix}CO^2\\CO^2\end{matrix}Cu.3NH^3.6H^2O$, obtenu en dissolvant dans l'am-

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXIX, 1904, p. 297.

moniaque concentrée le sel de cuivre et abandonnant à l'air : il se présente sous forme de très jolis prismes bleu foncé, brillants, rappelant le nitrate de cuivre ammoniacal.

L'acide soumis à l'action de la chaleur semble fondre à 218°. En réalité, il subit, à cette température, une transformation en anhydride avec élimination de 1^{mol} d'eau.

L'anhydride $C^{19}H^{11}N\langle{}^{CO}_{CO}\rangle O$ se présente, après cristallisation dans l'acide ou l'anhydride acétiques bouillants, sous forme de très belles aiguilles jaune d'or fusibles à 218°. Cet anhydride se rapproche singulièrement de l'*anhydride phtalique dont il est le représentant dans le groupe pyridique et quinoléique* si l'on envisage son mode de formation et ses propriétés. Soumis à l'action dissolvante de l'alcool absolu bouillant, il nous a donné le monoéther $C^{19}H^{11}N\langle{}^{CO^2C^2H^5}_{CO^2H} + C^2H^5OH$ qui renferme 1^{mol} d'alcool de cristallisation; soumis à l'action de la potasse aqueuse ou alcoolique, l'anhydride régénère le sel alcalin de l'acide d'où il provient; on peut donc utiliser l'anhydride à la purification de l'acide.

II. *Action ménagée de la potasse alcoolique diluée.* — L'action ménagée (5 heures) d'une solution alcoolique diluée (2 pour 100) conduit à une saponification incomplète : l'une des fonctions éther est respectée et, finalement, on isole le monoéther signalé plus haut en *cristaux rhombiques massifs, d'un jaune ambré* très biréfringent. Soumis sans précaution à l'action de la chaleur, cet éther semble fondre à 218°, comme l'acide; en réalité, il a subi, comme lui, une décomposition en anhydride avec départ de *deux molécules d'alcool;* si l'on observe plus attentivement, on constate que ces 2^{mol} s'éliminent en deux temps : la première au-dessous de 115°, la seconde au delà de 145°. Le produit obtenu dans le premier stade est le monoéther proprement dit $C^{19}H^{11}N\langle{}^{CO^2C^2H^5}_{CO^2H}$; par dissolution dans l'alcool éthylique, il cristallise de nouveau avec 1^{mol} d'alcool éthylique avec son aspect initial; par dissolution dans l'alcool méthylique, il cristallise avec 1^{mol} d'alcool méthylique sous formes d'*aiguilles blanches longues et soyeuses* qui se comportent, lorsqu'on les chauffe, comme la combinaison éthylique.

Le monoéther est une substance encore acide qui peut être titrée alcalimétriquement en présence de phtaléine et qui, par saponification alcaline, conduit au biacide.

III. *Action des alcalis caustiques.* — Enfin les diverses substances décrites précédemment subissent, lorsqu'on les chauffe énergiquement avec la chaux sodée, une dégradation qui les amène à l'état de base quinoléique, l'α-phényl-β-naphtoquinoléine

$$— C^6H^5$$
N

identique à celle obtenue déjà par Döbner et Kuntze en suivant une autre voie. L'échelle actuelle de synthèse de cet alcaloïde, outre l'intérêt propre qui s'attache aux corps intermédiaires que nous avons pu isoler, présente celui de mettre en évidence les étapes successives de la route qui conduit des termes initiaux au dérivé quinoléique final.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des composés organomagnésiens mixtes sur les imides* (III). Note de M. **Constantin Béis**, présentée par M. D. Gernez.

En étudiant l'action des réactifs de M. Grignard sur des corps azotés j'ai signalé dans des Notes antérieures ([1]) la formation d'une isoindolinone

$$\begin{array}{ccc} C^6H^4 \diagup & CO & \diagdown N.C^6H^5 \\ \diagdown & C & \diagup \\ C^2H^5 \diagup & & \diagdown OH \end{array}$$

par l'action de l'éthylbromure de magnésium sur la phénylphtalimide. Cette synthèse, ainsi que celles obtenues par MM. Sachs et Ludwig ([2]) en employant l'éthylphtalimide m'ont engagé à examiner si elles étaient générales pour les phtalimides substituées et si l'on pouvait en effectuer d'analogues dans la série grasse. Je donne sommairement dans cette Note la description des expériences faites dans ce but et les résultats obtenus.

Les composés organomagnésiens mis en réaction sont le méthyliodure, le méthylbromure, l'éthylbromure et le phénylbromure de magnésium.

En mettant ces corps *préalablement préparés* en contact avec la phénylphtalimide, je n'ai pas constaté d'action sauf avec le méthyliodure. Ce dernier doit donner dans ces conditions un produit de simple addition moléculaire, car l'action ultérieure de l'eau en régénère la phénylphtalimide.

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 987 et t. CXXXIX, p. 61.
(2) *Berichte*, t. XXXVII, p. 385.

Au contraire, les résultats sont différents lorsqu'on emploie ces mêmes composés à l'état naissant. Dans ce but on fait agir les éthers halogénés correspondants, à l'état gazeux pour le bromure de méthyle, en solution éthérée pour les autres, sur un mélange de phénylphtalimide (1^{mol}) et de magnésium (2^{at}) noyé dans l'éther sec. La réaction ne tarde pas à commencer, surtout si l'on chauffe légèrement ou si l'on amorce par quelques parcelles d'iode. Pour le reste le mode opératoire est à peu près le même que celui suivi pour les amides ([1]).

Le méthylbromure et l'éthylbromure de magnésium m'ont donné de la sorte des isoindolinones. Avec le phénylbromure, j'ai obtenu un mélange de corps qui, d'après les analyses, correspondent l'un à $C^6H^4\left\langle\begin{array}{c}CO\\ C\genfrac{}{}{0pt}{}{\diagup C^6H^5}{\diagdown OH}\end{array}\right\rangle N.C^6H^5$ et l'autre à la benzoylbenzophénone $C^6H^4\left\langle\begin{array}{l}CO.C^6H^5\\CO.C^6H^5\end{array}\right.$, cette dernière ayant été obtenue par Zincke ([2]) en oxydant le phénylènedibenzyle. Pour séparer tous ces produits de la phénylphtalimide, on utilise sa faible solubilité dans l'alcool. Quant à la séparation des corps

$$C^6H^4\left\langle\begin{array}{c}CO\\ C(C^6H^5)(OH)\end{array}\right\rangle N.C^6H^5 \quad \text{et} \quad C^6H^5(CO.C^6H^5)^2,$$

elle est basée sur la grande solubilité du premier dans le benzène et du second dans l'alcool.

J'explique les réactions obtenues par les équations suivantes :

$$(\alpha)\qquad C^6H^4\left\langle\begin{array}{c}CO\\CO\end{array}\right\rangle N.C^6H^5 + Mg\left\langle\begin{array}{l}R\\Br\end{array}\right. = C^6H^4\left\langle\begin{array}{c}CO\\ C(R)(OMgBr)\end{array}\right\rangle N.C^6H^5,$$

$$(\alpha')\qquad 2C^6H^4\left\langle\begin{array}{c}CO\\ C(R)(OMgBr)\end{array}\right\rangle N.C^6H^5 + 2H^2O = 2C^6H^4\left\langle\begin{array}{c}CO\\ C(R)(OH)\end{array}\right\rangle N.C^6H^5 + Mg(OH)^2 + MgBr^2,$$

$$(\beta)\qquad C^6H^4\left\langle\begin{array}{c}CO\\CO\end{array}\right\rangle N.C^6H^5 + 2Mg\left\langle\begin{array}{l}C^6H^5\\Br\end{array}\right. = C^6H^4\left\langle\begin{array}{c}C(C^6H^5)(OMgBr)\\ C(C^6H^5)(OMgBr)\end{array}\right\rangle N.C^6H^5,$$

$$(\beta')\qquad C^6H^4\left\langle\begin{array}{c}C(C^6H^5)(OMgBr)\\ C(C^6H^5)(OMgBr)\end{array}\right\rangle N.C^6H^5 + 2H^2O = C^6H^4\left\langle\begin{array}{l}CO.C^6H^5\\CO.C^6H^5\end{array}\right. + Mg(OH)^2 + MgBr^2 + C^6H^5NH^2.$$

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 575.

([2]) *Berichte*, t. IX, p. 32.

Les corps obtenus peuvent être appelés :

1. $C^6H^4 \langle \begin{matrix} CO \\ C \end{matrix} \rangle N.C^6H^5$, avec CH^3 et OH sur C : phényl-2-méthyl-3-oxy-3-isoindolinone, cristaux incolores fondant vers 185°.

2. $C^6H^4 \langle \begin{matrix} CO \\ C \end{matrix} \rangle N.C^6H^5$, avec C^2H^5 et OH sur C : phényl-2-éthyl-3-oxy-3-isoindolinone, cristaux incolores fondant vers 160°.

3. $C^6H^4 \langle \begin{matrix} CO \\ C \end{matrix} \rangle N.C^6H^5$, avec C^6H^5 et OH sur C : diphényl-2-3-oxy-3-isoindolinone; cristaux incolores fondant vers 195°.

4. $C^6H^4 \langle \begin{matrix} CO.C^6H^5 \\ CO.C^6H^5 \end{matrix}$: benzoylbenzophénone; cristaux incolores fondant vers 149°.

Tous ces corps sont presque insolubles dans l'eau et solubles dans les solvants organiques usuels.

Les formules d'isoindolinones que j'attribue aux composés obtenus sont isomères de celles de phénylamidocétones. J'ai admis, de préférence, les premières parce qu'elles s'accordent avec les résultats des expériences que j'ai faites jusqu'à présent pour établir les formules de constitution de ces corps. Je continue d'ailleurs ces expériences.

Quant aux imides de la série grasse, je signale l'action du phénylbromure de magnésium sur la phénylsuccinimide. Elle conduit à un corps qui, d'après les analyses, correspond à $C^2H^4 \langle \begin{matrix} CO \\ CH \end{matrix} \rangle N.C^6H^5$ (avec C^6H^5 sur CH). On voit donc qu'elle diffère de celle des phtalimides substituées.

Je poursuis l'étude de ces réactions.

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'activité hémopoïétique des différents organes au cours de la régénération du sang.* Note de M. **Paul Carnot** et de Mlle **Cl. Deflandre.**

Nous avons précédemment constaté, dans le sérum des animaux préalablement saignés et en pleine crise de rénovation sanguine, la présence d'une substance capable d'activer l'hémopoïèse (hémopoïétine) et de pro-

voquer, chez les animaux neufs, une hyperglobulie rapide, considérable et constante. La recherche de cette substance dans les différents organes va nous permettre d'en préciser l'origine et le mode d'action.

Nous avons fait à cet égard trois séries d'expériences comparatives avec le sérum et les différents organes de trois lapins, chez qui avaient été prélevés, la veille, 30^{cm^3} de sang et qui étaient sacrifiés, par une nouvelle saignée totale, en pleine crise hématique; ces organes étaient broyés aseptiquement avec du sable fin, dans une même quantité d'eau salée physiologique et leurs extraits aqueux, centrifugés pendant quelques minutes, étaient immédiatement injectés, par voie sous-cutanée, à des animaux neufs, à la dose uniforme de 7^{cm^3} pour la première série, de 5^{cm^3} pour les deux dernières. Les modifications de la richesse globulaire, provoquées par ces injections, étaient comparées à celles provoquées par la même quantité du sérum correspondant. Voici les résultats, très concordants, de ces expériences.

Le *sérum* a donné lieu, dans les trois séries d'expériences, aux hyperglobulies suivantes :

Dans la première série, le nombre des hématies par millimètre cube passe de 4 991 000 à 6 631 000 après 1 jour, à 7 006 000 après 2 jours;

Dans la deuxième série, il passe de 4 650 000 à 6 355 000 après 1 jour, à 6 404 000 après 2 jours;

Dans la troisième série, il passe de 5 363 000 à 6 088 000 après 1 jour, à 6 398 000 après 2 jours.

Rappelons que le sérum d'un lapin normal, en dehors de toute régénération san guine, est à peu près inactif.

La *moelle osseuse,* prélevée au niveau du fémur (ou plutôt son extrait aqueux a donné lieu, dans les trois séries, à des hyperglobulies au moins aussi considérables que le sérum correspondant (autant du moins que l'on peut comparer un sérum à un extrait aqueux) :

Dans la première série, le nombre des hématies par millimètre cube passe de 5395000 à 7303000 après 1 jour, à 7958000 après 2 jours, à 8231000 après 3 jours (gain de près de 3 millions par millimètre cube);

Dans la deuxième série, il passe de 4526000 à 5431000 après 1 jour, à 6069000 après 2 jours;

Dans la troisième série, il passe de 5580000 à 7114000 après 1 jour, à 7018000 après 2 jours.

La moelle osseuse, prélevée de la même façon chez un lapin normal, en dehors de toute régénération sanguine, et injectée aux mêmes doses, n'a produit, chez un lapin neuf, aucune hyperglobulie (4749000 avant l'injection, 4792000 après 1 jour, 4774000 après 2 jours).

Le *cerveau* a donné lieu à des hyperglobulies, parfois considérables, mais inconstantes, et son action nécessite de nouvelles recherches :

Dans la deuxième série, le nombre des hématies passe de 4650000 à 6355000 après 1 jour, à 6405000 après 2 jours (gain de près de 2 millions par millimètre cube);

Dans la troisième série, il passe seulement de 4904000 à 5276000 après 1 jour, à 5406000 après 2 jours.

Après injection de cerveau normal, prélevé en dehors de toute régénération sanguine, le chiffre globulaire ne change pas (5006000 avant l'injection, 5022000 après 1 jour).

Le *foie* a donné lieu à des augmentations globulaires moins considérables que les précédentes, qui s'expliquent peut-être par la quantité de sang existant encore dans l'extrait, malgré la saignée totale antérieure. De 6200000, le nombre des hématies par millimètre cube passe à 6671000 après 1 jour, à 7018000 après 2 jours (première série).

La *rate* n'a donné lieu à aucune hyperglobulie (5270000 avant l'injection, 5028000 après 1 jour, 5134000 après 2 jours : première série).

L'appareil lymphoïde de l'*intestin* (extrait aqueux de l'appendice folliculaire du lapin) n'a donné lieu, non plus, à aucune hyperglobulie (5177000 avant, 5146000 après 1 jour : troisième série).

Le *rein* est inactif (5270000 avant, 5295000 après 1 jour, 5300000 après 2 jours : deuxième série).

La *capsule surrénale* est inactive (5848000 avant, 5735000 après 1 jour, 5745000 après 2 jours : troisième série).

Le *muscle* est inactif (4960000 avant, 5208000 après 1 jour : deuxième série).

De ces trois séries d'expériences résultent les conclusions suivantes :

Le sérum des animaux, en pleine crise de rénovation hématique, provoque, chez les animaux neufs, une hyperglobulie caractérisée par un gain de un à trois millions d'hématies par millimètre cube.

La moelle osseuse est au moins aussi active que le sérum : elle contient donc une proportion notable d'hémopoïétine.

Abstraction faite du cerveau, dont l'action nécessite de nouvelles recherches, et du foie dont l'activité est peut-être due au sang contenu dans l'extrait, tous les autres organes (rate, intestin, rein, capsule surrénale, muscle) se sont montrés inactifs.

L'hémopoïétine, élaborée au cours de la régénération du sang, existe donc à la fois dans le sang et dans la moelle osseuse, plus encore peut-être dans la moelle que dans le sang. Il est donc probable que la moelle est le lieu d'origine de cette substance : mais il se pourrait à la rigueur qu'elle s'y fixe secondairement, par suite de son affinité élective pour le tissu médullaire sur lequel elle doit agir.

Pratiquement, la richesse du sérum et de la moelle osseuse en hémopoïétine, au cours de la rénovation hématique, permet d'utiliser thérapeutiquement l'un ou l'autre de ces produits. Si l'injection sous-cutanée du sérum est préférable à l'injection sous-cutanée d'extrait médullaire (de préparation aseptique plus difficile), des recherches récentes nous ont

montré, par contre, que l'ingestion rectale ne faisait pas perdre au produit la totalité de son activité : l'extrait médullaire pourrait peut-être, alors, être utilisé par cette voie.

L'injection sous-cutanée de sérum, la seule que nous ayons employée jusqu'ici chez l'homme, nous a donné, dans les diverses variétés d'anémie symptomatique où nous l'avons utilisée, des hyperglobulies de plus de deux millions d'hématies par millimètre cube : ces hyperglobulies persistent un fort long temps chez les sujets normaux : elles durent moins longtemps lorsque la cause de l'anémie persiste et détruit les nouvelles hématies formées : mais, même dans ces cas, elles persistent de deux à trois semaines, et une nouvelle injection, pratiquée après ce laps de temps, produit à nouveau une augmentation du nombre des hématies.

PATHOLOGIE. — *Expérience d'infection de trypanosomiase par des* Glossina palpalis *infectées naturellement*. Note de **M. L. Cazalbou**, présentée par M. A. Laveran.

Sur les bords du Bani (gros affluent de la rive droite du Niger) vivent, en assez grand nombre, des *Glossina palpalis*, abondantes surtout pendant la saison des pluies (juin-octobre).

Le 22 septembre 1905, un assez grand nombre de ces mouches sont capturées à Garo et transportées pendant la nuit au laboratoire de bactériologie de Ségou où elles arrivent le 23 au matin.

7 Glossines sont placées chacune dans une cage spéciale à travers laquelle elles sont mises à piquer sur 7 chiens, ainsi qu'il suit :

Chien n° 1. — Piqué les 23, 25, 26, 27, 28 septembre.
» n° 2. — » les 24, 26, 27, 28 septembre.
» n° 3. — » les 24, 25, 26, 27, 28 septembre.
» n° 4. — » les 23, 25, 26, 27, 28, 30 septembre, 2 octobre.
» n° 5. — » les 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30 septembre.
» n° 6. — » les 23, 26, 27, 28, 30 septembre.
» n° 7. — » les 23, 25, 26, 27, 28, 30 septembre, 1er octobre.

Un jeune chat, né et élevé au laboratoire, passe la nuit du 25 au 26 septembre sur la cage de réserve contenant encore de nombreuses *Gl. palpalis* vivantes. Il est vraisemblable qu'à travers la paroi de gaze de cette cage l'animal a été piqué plusieurs fois pendant son sommeil.

Les chiens n° 3, n° 6 et le chat se sont infectés de trypanosomiase.

Chien n° 3. — Le huitième jour après la première piqûre apparaissent des trypanosomes peu nombreux qui se multiplient légèrement les neuvième et dixième jours. On les aperçoit à nouveau et en petit nombre les onzième, douzième, dix-septième, vingt-

sixième, vingt-septième, trentième, quarante et unième jours. On note de l'amaigrissement progressif; la température oscille autour de 39°, elle ne dépasse pas 39°,4.

L'animal succombe le cinquante-septième jour en hypothermie : 35°. A l'autopsie on note une légère hypersplénie.

Chien n° 6. — Les parasites se montrent le vingt-septième jour après la première piqûre, avec une température de 40°; ils sont peu nombreux; on constate à nouveau leur présence les trente-cinquième, trente-septième, quarante-troisième, quarante-quatrième, cinquante-troisième, cinquante-quatrième, soixante-deuxième jours; ils sont toujours rares. Dans les derniers jours, la température subit de grandes oscillations quotidiennes. Mort le soixante-sixième jour en hypothermie : 34°2. Amaigrissement et hypersplénie.

Un *chien* reçoit sous la peau 1^{cm^3} de sang du chien n° 6; il s'infecte. L'incubation est de 7 jours; la température maxima de 39°,3. Mort le trente-quatrième jour, à 37°,5.

2 *rats gris* inoculés le 1er janvier 1906 avec $0^{cm^3},50$ de sang de ce dernier chien sont indemnes au 18 mars.

Chat. — Sur cet animal, piqué du 25 au 26 septembre, soit 3 jours et demi après la capture des tsétsés, les trypanosomes se sont montrés le douzième jour; au cours de la maladie ils ont été notés rarement et chaque fois en petit nombre.

L'amaigrissement est sensible vers le troisième mois; on constate ensuite de la diarrhée intermittente et une parésie du train postérieur qui va insensiblement croissant; le malade marche large et le rein voussé; il est perdu le cent soixante-dix-huitième jour de la maladie, pendant notre voyage de retour en France.

Chez tous les animaux infectés il a paru qu'il s'agissait d'une même espèce de trypanosome : caractères morphologiques, évolutions clinique et parasitaire semblables.

Le parasite mesure de 18^{μ} à 24^{μ} de long sur $1^{\mu},5$ à $2^{\mu},5$ de large au niveau du noyau qui est situé à la partie moyenne du corps; l'extrémité postérieure est légèrement effilée; le centrosome est situé à 2^{μ} de cette extrémité. La membrane ondulante est étroite, le flagelle qui la borde a une portion libre de 5^{μ} à 6^{μ}. Quelques granulations chromatiques s'observent dans toute l'étendue du corps du parasite.

On sait que *Glossina palpalis* véhicule *Trypan. gambiense;* cette même mouche inocule probablement aussi *Trypan. dimorphon* et d'autres trypanosomes.

Il ne peut être question ici de *Trypan. dimorphon* qui présente des caractères morphologiques spéciaux : deux formes de dimensions différentes et flagelle n'ayant pas, en général, de partie libre.

Par ses caractères généraux et la marche de l'infection chez le chien, le trypanosome décrit ci-dessus se rapproche de *Trypan. gambiense.* Il est prudent toutefois de faire de grandes réserves à ce sujet, car des trypanosomes morphologiquement semblables peuvent appartenir à des espèces différentes.

La trypanosomiase humaine est rare sur les bords du Bani, fort peu peuplés d'ailleurs, mais un foyer endémique de cette affection existe dans la région voisine de Koutiala.

On peut seulement retenir de notre expérience les faits suivants :

1° Deux *Glossina palpalis* sur sept, capturées sur les bords du Bani, ont infecté des chiens de trypanosomiase;

2° Des *Glossina palpalis* capturées et à jeun depuis 3 jours et demi ont provoqué le développement d'une trypanosomiase chez un chat.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Mouvement du pôle à la surface de la Terre.* Note de M. **Marcel Brillouin.**

Les courbes publiées par M. Albrecht depuis 1890 représentent la position du pôle instantané de rotation de $\frac{1}{10}$ en $\frac{1}{10}$ d'année. Ce sont, en somme, les composantes de la vitesse de rotation projetée sur le plan équatorial. Il est intéressant de discuter ces courbes, en dehors de toute théorie, en les examinant comme un graphique quelconque soumis à l'examen d'un physicien.

1° Ces courbes ont une forme manifestement triangulaire; le rayon vecteur se compose d'une partie principale, lentement variable, et d'une partie périodique, dont la période est voisine de $\frac{1}{3}$ d'année.

Il est intéressant de remarquer que, chaque point correspondant à la moyenne de $\frac{1}{10}$ d'année, cette période apparente de $\frac{1}{3}$ d'année environ peut être une période réelle d'*un mois lunaire*.

Il me paraît donc nécessaire d'examiner à l'avenir s'il existe une période réelle d'environ 1 mois lunaire.

2° Les courbes se composent manifestement de parties régulières, dont le rayon vecteur décroît progressivement, et de parties irrégulières à variations rapides. Elles suggèrent immédiatement au physicien l'idée d'un mouvement naturellement amorti, qui subit des lancés nouveaux de temps en temps.

Exemple. — De 1890,0 au milieu de 1891, mouvement régulier; vers 1891,7, un lancé violent suivi d'une période troublée, de 1 année environ, puis un mouvement régulier, jusqu'en 1895, etc.

Le changement brusque de 1900,8 est évident; l'amortissement de la variation de $\frac{1}{3}$ d'année (apparente) sur le rayon vecteur paraît très faible.

L'amortissement de la partie principale du rayon vecteur est plus grand, $\frac{1}{50}$ à $\frac{1}{30}$ par an.

3° L'aire décrite en $\frac{1}{10}$ d'année m'a paru intéressante à examiner; c'est en effet un élément différentiel, qui manifeste bien les discontinuités. Je signalerai une diminution extrêmement rapide de 1891,3 à 1891,8, suivie d'une période d'uniformité de 1891,8 à 1892,4, puis d'un accroissement *brusque* [de 1,40 à 3,60 (en dixièmes de seconde d'arc)² par dixième d'année], de 1892,4 à 1892,5; après quoi vient une période de 2 années et demie, jusqu'en 1895,0 où l'aire par dixième d'année est représentée par $3,60.10^{-0,70t}$, t en années, avec de faibles ondulations ($< \pm 0,2$ à l'exception d'une seule au début) dont l'allure a pourtant une certaine régularité, qui permet de supposer que ces écarts se rapportent à la période de $\frac{1}{3}$ d'année (apparente).

Je n'ai pas retrouvé d'autre suite aussi régulière jusqu'en 1900.

A signaler les variations brusques de 1895,5 et surtout de 1897,8 et de 1900,8.

Cette discussion, interrompue par le travail du Simplon, me paraît fournir les indications suivantes :

Le mouvement du pôle se compose :

1° D'un petit mouvement périodique de 1 mois lunaire, d'origine externe; amplitude $\pm 0'',042$ environ (1890,0 à 1891,5);

2° De mouvements produits par des causes internes, agissant quelquefois d'une manière brusque, à des époques très variées;

3° Du mouvement naturel amorti consécutif, le rayon vecteur et l'aire ayant un amortissement distinct, peut-être variable avec la modification interne origine.

Si les modifications internes jouent un tel rôle, l'analyse du mouvement du pôle en série de termes périodiques n'a pas de sens, chaque modification brusque interne modifiant tous les coefficients.

J'avais remarqué la coïncidence du grand changement de 1891 avec le violent tremblement de terre du 28 octobre 1891 au Japon, lorsque j'ai vu que M. Milne a relevé un grand nombre de semblables coïncidences.

J'expliquerai ailleurs comment je conçois la production de ces mouvements internes.

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 3 septembre 1906.

Département de l'Eure. *Rapports du Conseil départemental d'Hygiène publique et de Salubrité et des Commissions sanitaires, année* 1905. Evreux, Ch. Hérissey et fils, 1906; 1 fasc. in-8°. (Adressé au nombre de 20 exemplaires par M. le Préfet de l'Eure.)

La Science en face de la transmutation des métaux, par THÉODORE TIFFEREAU. Paris, imp. Billon, 1906; 1 fasc. in-8°.

Talcott-observations made at Upsala during the summer of 1905, by ERIK FAGERHOLM. Upsal et Stockholm, 1906; 1 fasc. in-8°.

Photographical measurement of the principal stars in the cluster of coma Berenices and determination of their proper motions, made by ERIK FAGERHOLM; with one plate. Upsal et Stockholm, 1906; 1 fasc. in-8°.

Newcomb-Engelmanns populäre Astronomie; dritte Auflage, herausgegeb. v. H.-C. VOGEL. (Extr. de *Vierteljahrsschrift der astronomischen Gesellschaft,* 41e année, fasc. 1; Leipzig, Wilhelm Engelmann, 1906.) 1 fasc. in-8°.

Dansk Ordbog, K-U. Copenhague; 6 vol. in-4°.

Installation des pendules à l'observatoire royal de Belgique à Uccle, par E. DELPORTE. Bruxelles, J. Goemaere, 1906; 1 fasc. in-8°.

Transmission téléphonique de l'heure et réglage à distance des horloges par l'électricité, par S. RIEFLER. Genève, imp. Privat frères, 1906; 1 fasc. in-8°.

Zeitübertragung durch das Telephon. Elektrische Ferneinstellung von Uhren, von S. RIEFLER. (Extr. de *Zeitschrift für Instrumentenkunde,* 1906, fasc. 2 et 4.) Berlin; 1 fasc. in-8°.

Su alcuni casi, apparentemente paradossali, di transmissione dell'elettricita attraverso un gas; Nota del socio AUGUSTO RIGHI. Rome, 1906; 1 fasc. in-8°.

Sulla massa elettromagnetica dell'elettrone; Memoria del prof. AUGUSTO RIGHI. Bologne, 1906; 1 fasc. in-4°.

The organization and cell-lineage of the Ascidian Egg., by EDWIN-G. CONKLIN. (Extr. de *The Journal of Academy of natural Sciences of Philadelphia,* 2e série, vol. XIII, 1re partie.) 1 fasc. in-4°.

University of Pennsylvania. Contributions from the zoological Laboratory, 1905; t. XII, eleven separata. Philadelphie, Pa., 1906; 1 vol. in-8°.

Clinica medica generale di Padova diretta da ACHILLE DE GIOVANNI. *Lavori dell'Istituto,* t. II : *Studi di morfologia clinica,* 1904-1905. Milan, Ulrico Hoepli, 1905; 1 vol. in-8°.

Bolletino tecnico della coltivazione dei Tabacchi, pub. per cura del R. Istituto sperimentale di Scafati (Salerno); anno V, nos 1, 2, 3. Scafati, 1906; 1 vol. in-8°.

Bergens Museums Aarbog, 1906; 1ste Hefte. Bergen; 1 fasc. in-8°.

Nachrichten der königl. Gesellsch. der Wissenschaften zu Göttingen. Geschäftliche Mittheilungen, 1906; Heft 1. Berlin, 1906; 1 fasc. in-8°.

Anales del Instituto y observatorio de marina de San Fernando; seccion 2ª : *Observaciones meteorologicas, magneticas y seismicas, ano* 1905. San-Fernando, 1906; 1 fasc. in-4°.

Boletin mensual del observatorio meteorologico central del Estado de Oxaca; ano XIII, num. 7-12. Oxaca, 1905; 3 fasc. in-4° oblong.

Ouvrages reçus dans la séance du 10 septembre 1906.

A la mémoire du professeur Ollier : Les funérailles; inauguration des monuments à Lyon et aux Vans. Valence, imp. de Jules Céas et fils, 1906; 1 vol. in-4°.

Handbuch der Sauerstofftherapie, herausgegeb. v. Max Michaelis; mit 126 Textfiguren und 1 Tafel. Berlin, August Hirschwald, 1906; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Berthelot.)

Die Trochilisken, von A. Karpinski; mit 3 Tafeln und mehreren Textfiguren. (*Mémoires du Comité géologique;* nouvelle série, livraison 27.) Saint-Pétersbourg, Eggers et Cie, 1906; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Albert Gaudry.)

Ortotteri raccolti da Leonardo Fea *nell' Africa occidentale : I. Hetrodidi, Conocefalidi, Meconemidi, Pseudofillidi, Mecopodidi e Fanerotteridi,* per il Dr Achille Griffini. (Extr. des *Annali del Museo civico di Storia naturale di Genova,* 3e série, t. II, 5 août 1906.) Gênes, Pellas; 1 fasc. in-8°.

Mémoires de l'Académie de Stanislas, 1905-1906; 6e série, t. III. Nancy, Berger-Levrault et Cie, 1906; 1 vol. in-8°.

The transactions of the Royal Irish Academie; t. XXXIII, section A, part 1 : *The total solar eclipse of* 1905, *august* 30. *Report of the Stonyhurst College Expedition to Vinaroz, Spain,* by the Rev. A.-L. Cortie; plates I, II. Dublin, 1906; 1 fasc. in-4°.

Report of the Chief of the Weather Bureau, 1904-1905. Washington, 1906; 1 vol. in-4°.

Bulletin of the University of Kansas : Science Bulletin; t. III, nos 1-10. Lawrence, Kansas, 1905-1906; 2 vol. in-4°.

Publikationen des astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam; fünfzehnten Bandes, drittes bis sechstes Stück. Potsdam, 1905; 4 fasc. in-4°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 SEPTEMBRE 1906,

PRÉSIDÉE PAR M. A. CHAUVEAU.

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Couleurs et spectres des protubérances.* Note de M. Riccò, présentée par M. Deslandres.

M. Deslandres a présenté à l'Académie des études importantes sur la lumière des protubérances (¹); comme moi aussi je me suis occupé d'une manière spéciale de cette recherche, qui était même le but principal de mes observations des éclipses solaires, et d'ailleurs, mes résultats s'accordant avec ceux de M. Deslandres pour démontrer l'importance de la lumière à spectre continu pour la chromosphère et les protubérances, j'ai l'honneur de communiquer à l'Académie quelques faits que j'ai observés.

A l'éclipse de 1887 j'avais porté à Surviscaja (Russie NE) un spectroscope de construction spéciale pour enregistrer le spectre des protubérances blanches, qu'en même temps le regretté P. Tacchini aurait observées directement; mais le temps fut complètement contraire à l'observation : il pleuvait pendant la totalité.

A l'éclipse de 1900, que j'ai observée à Ménerville (Afrique N), sur la petite photographie que j'ai obtenue on voit une faible trace de spectre continu depuis D à h, correspondant à la grande protubérance double à SW au-dessus de laquelle Tacchini avait observé une protubérance blanche : un spectre pareil, mais plus faible, se voit en correspondance à la petite protubérance à SE. Mais on était alors à l'époque du minimum de l'activité du Soleil, l'éclipse avait une durée très courte, et la *prismatic camera* dont

---

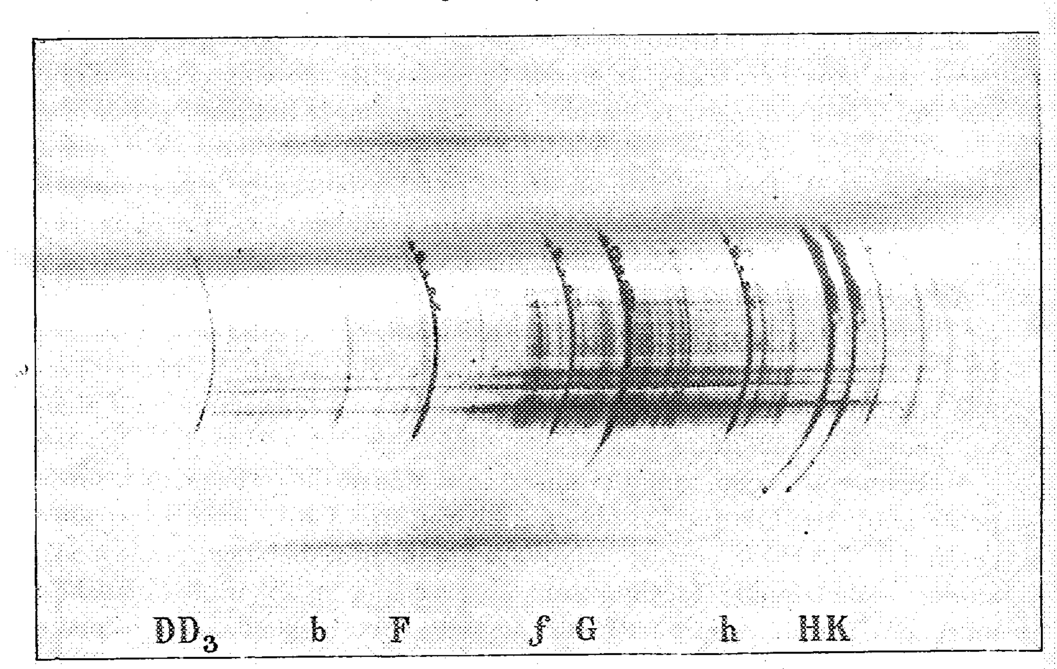
(¹) *Comptes rendus,* 18 septembre 1905 et 26 mars, 2 avril, 7 mai 1906.

je disposais avait une ouverture trop petite et en proportion une dispersion trop forte, et par conséquent le spectre continu était trop faible.

A l'éclipse de 1905, que j'ai observée à Alcala de Chisvert (Espagne), la durée était assez longue, le Soleil était à une époque de maximum d'activité, l'état du ciel était bon pendant la plus grande partie de la totalité, ma *prismatic camera* était assez puissante, surtout au point de vue de la luminosité; la dispersion était très modérée. Ainsi j'ai atteint mon but, qui était d'avoir des spectres très brillants de différentes phases de l'éclipse, où l'on voit les formes diverses des images monochromatiques des protubérances aux différentes longueurs d'onde, et les spectres continus qu'elles donnent.

Dichroïsme des protubérances. — A l'observation directe du groupe oriental de protubérances pendant l'éclipse avec une bonne lunette achromatique Steinheil, j'ai vu

Fig. 1. — Spectre éclair.

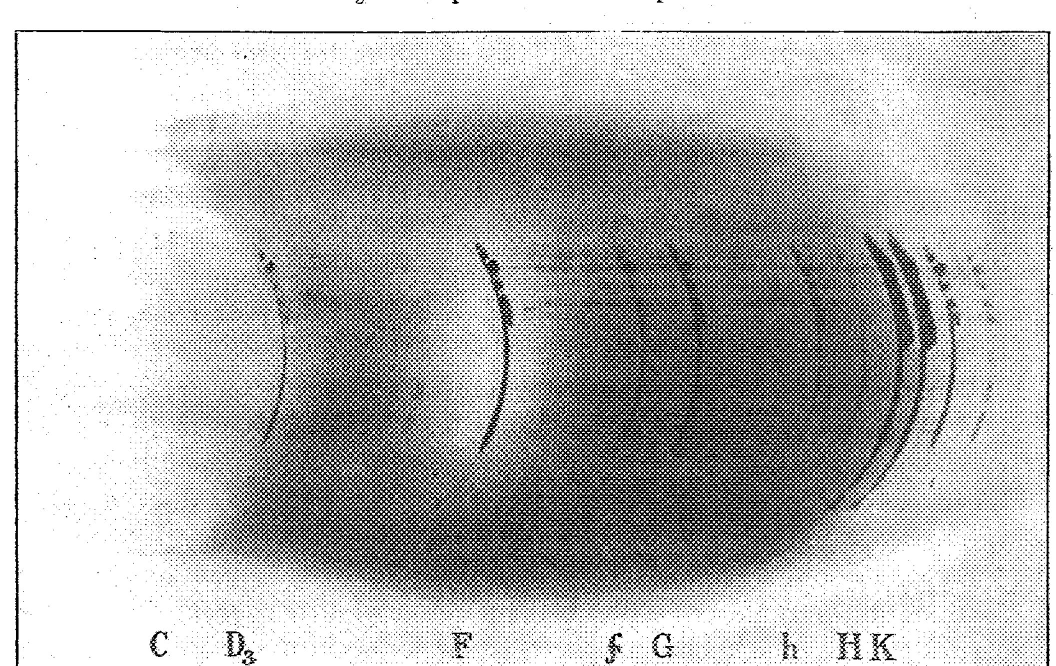


que la couleur en était très différente sur les différentes parties et surtout aux bords, qui paraissaient fortement irisés; le corps des protubérances était rouge pourpre, très riche : le pourtour était violacé tirant au bleu très beau, très saturé; mais le sommet des protubérances était violet très clair, presque blanc, excessivement brillant.

Protubérances blanches. — En cherchant exprès et avec beaucoup d'attention au-dessus de la plus grande des protubérances orientales à 276° (Nord à Ouest), j'ai vu une sorte de panache d'une couleur blanc sale, peu brillant, avec trois branches très courbées, qui arrivaient à la hauteur d'environ 8′; un panache semblable, je l'ai vu au-dessus de la grande protubérance à l'Ouest. Ces panaches paraissaient correspondre aux grandes protubérances blanches observées par Tacchini; elles en avaient la forme, la hauteur et la teinte pâle et faible. Mon impression a été que ces jets étaient en relation avec la couronne plutôt qu'avec les protubérances rouges.

Images monochromatiques. — Passant aux photographies spectrales obtenues avec la *prismatic camera,* je présente ici (*fig.* 1 et 2) la reproduction de nos photographies 1 et 2, faites sur plaques orthochromatiques *Lumière* et agrandies environ quatre fois, où l'on voit les images monochromatiques des protubérances et le spectre continu qu'elles donnent [1]. On remarque tout de suite la grande différence des images H et K du calcium, en comparaison aux autres de l'hydrogène et de l'hélium; et la différence est encore plus remarquable si nous considérons aussi les images sur

Fig. 2. — Spectre de la chromosphère.



la raie C, que j'ai obtenues à l'observation spectroscopique visuelle, que j'ai faite au

(1) Ces photographies (comme tout le travail photographique) ont été faites par M. le professeur A. Mendola.

matin avant l'éclipse; en effet, pour la protubérance à 276°, nous avons les mesures suivantes de la hauteur :

Image C, visuelle........................	64″
Image F, photographique................	71
Image K, photographique................	79

En outre, il y a, à l'autre extrémité du groupe oriental à 256°, une protubérance haute de 83″, qui est visible seulement sur les raies H et K du calcium.

Si nous supposons de superposer à l'image violette K l'image bleue G, l'image cyanique F, l'image jaune D_3, l'image rouge C, on voit qu'il n'y aura pas coïncidence de ces images et, par conséquent, certaines parties auront une couleur et d'autres une autre couleur. Au sommet prévaudra le violet qui, par sa grande intensité, paraîtra blanc, comme il arrive toujours pour toutes les lumières colorées d'une grande intensité, et en manière spéciale pour le violet extrême de H et K, comme l'a constaté le professeur Hale.

La grande protubérance que nous avons obtenue seulement sur H et K devait apparaître blanche (si pourtant elle était visible) et pour la même raison.

Spectres continus. — En correspondance au noyau des cinq protubérances orientales, nous avons obtenu pour chacune un spectre continu depuis le rouge jusqu'à l'ultra-violet ($\lambda = 360^{\mu\mu}$); ce spectre est visible depuis la première photographie faite au moment du *Flash* jusqu'à la sixième photographie, faite environ au milieu de la totalité, lorsque les protubérances du côté Est étaient presque complètement couvertes par la Lune; donc ce spectre continu s'étend même au-dessus du sommet des protubérances. On observe des traces de spectre continu aussi sur tous les renforcements de la chromosphère.

Cette lumière complète des protubérances qui donne le spectre continu, avec la prépondérance de la lumière violette, dont nous avons parlé avant, peut expliquer pourquoi les protubérances observées directement pendant les éclipses sont plus grandes et plus pleines que leurs images observées au spectroscope sur la raie C.

En conclusion, la chromosphère et les protubérances donnent un spectre continu, qui est renforcé (et plus brillant que celui de la couronne) sur les parties plus vives de la chromosphère et sur le noyau des protubérances, d'accord avec les résultats de M. Deslandres.

Protubérances de calcium. — Mais il y a une classe spéciale de protubérances, formées simplement de vapeurs de calcium, qui ne donnent pas de spectre continu. Telle est la grande protubérance à 256°, dont j'ai parlé avant. Sur le bord ouest du Soleil, à 64°, il y a une autre protubérance de calcium seulement, qui n'a pas donné non plus de spectre continu.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Application du procédé de sommation de M. E. Borel aux séries trigonométriques généralisées.* Note de M. A. BUHL.

Dans une Note précédente (7 mai 1906) j'ai établi les formules

$$(1)\quad \left.\begin{matrix} f(x) \\ 0 \end{matrix}\right\} = \frac{1}{\beta-\alpha}\sum_{\nu=-\infty}^{\nu=+\infty}\int_\alpha^\beta f(\xi)\,{}^{\cos}_{\sin}\,k_\nu(x-\xi)\,d\xi, \qquad k_\nu = \frac{2\nu\pi \pm\left(\frac{\pi}{2}-2\varphi\right)}{\beta-\alpha}$$

auxquelles j'attache de l'importance surtout parce qu'une multiplication par $F(\varphi)\,d\varphi$ et une intégration permettent d'en déduire une infinité de séries nouvelles. *Toutes ces séries sont susceptibles d'être sommées par le procédé de la moyenne arithmétique dû à M. E. Borel et déjà appliqué à la série de Fourier par M. L. Fejér* (*Mathematische Annalen*, t. LVIII, 1904, p. 51). Partons de la première des formules (1) et considérons la somme

$$(\beta-\alpha)s_\varpi = \sum_{\nu=-\varpi}^{\nu=+\varpi}\cos\left[2\nu\pi \pm\left(\frac{\pi}{2}-2\varphi\right)\right]\frac{x-}{\beta-\alpha}$$

$$= \frac{\sin\left[(2\varpi+1)\pi\dfrac{x-\xi}{\beta-\alpha}\right]}{\sin\pi\dfrac{x-\xi}{\beta-\alpha}}\cos\left[\left(\frac{\pi}{2}-2\varphi\right)\frac{x-\xi}{\beta-\alpha}\right],$$

puis formons la moyenne envisagée par M. Borel

$$S_n(x) = \frac{s_0(x)+s_1(x)+\ldots+s_{n-1}(x)}{n}.$$

On trouve encore par des calculs élémentaires

$$(\beta-\alpha)S_n(x) = \frac{1}{n}\left(\frac{\sin n\pi\dfrac{x-\xi}{\beta-\alpha}}{\sin\pi\dfrac{x-\xi}{\beta-\alpha}}\right)^2\cos\left[\left(\frac{\pi}{2}-2\varphi\right)\frac{x-\xi}{\beta-\alpha}\right].$$

Considérons maintenant les limites, pour n croissant indéfiniment, des deux intégrales

$$\int_\alpha^\beta s_n f(\xi)\,d\xi \qquad \text{et} \qquad \int_\alpha^\beta S_n f(\xi)\,d\xi.$$

En posant $\pi\frac{x-\xi}{\beta-\alpha}=-\gamma$ celles-ci peuvent s'écrire respectivement

$$\frac{1}{\pi}\int_{\pi\frac{\alpha-x}{\beta-\alpha}}^{\pi\frac{\beta-x}{\beta-\alpha}}\frac{\sin(2n+1)\gamma}{\sin\gamma}\cos\frac{\gamma}{\pi}\left(\frac{\pi}{2}-2\varphi\right)f\left(x+\gamma\frac{\beta-\alpha}{\pi}\right)d\gamma,$$

$$\frac{1}{n\pi}\int_{\pi\frac{\alpha-x}{\beta-\alpha}}^{\pi\frac{\beta-x}{\beta-\alpha}}\left(\frac{\sin n\gamma}{\sin\gamma}\right)^2\cos\frac{\gamma}{\pi}\left(\frac{\pi}{2}-2\varphi\right)f\left(x+\gamma\frac{\beta-\alpha}{\pi}\right)d\gamma.$$

Si l'on fait abstraction du facteur $\cos\frac{\gamma}{\pi}\left(\frac{\pi}{2}-2\varphi\right)$, la première de ces intégrales n'est autre que celle introduite par Dirichlet pour la sommation directe de la série de Fourier et l'on trouve qu'elle représente, pour n tendant vers l'infini, $\frac{1}{2}[f(x+0)+f(x-0)]$, ce qui ne doit pas être altéré par le facteur précité, puisqu'il disparaît en devenant égal à un pour $\gamma=0$. La seconde intégrale sans le cosinus est exactement dans les mêmes condition et tend vers la même expression, ce que M. Fejér a établi explicitement (*loc. cit.*, p. 55) et là encore l'adjonction du cosinus ne peut rien changer au résultat.

Ces conclusions s'étendent d'elles-mêmes aux séries mentionnées en commençant et dépendant de la fonction arbitraire $F(\varphi)$, séries qui peuvent diverger en certains points de discontinuité, mais être néanmoins sommables en ces points au sens de M. Borel. Ces résultats seront d'ailleurs développés plus explicitement dans un prochain Mémoire.

ACOUSTIQUE. — *Sur l'amplification des sons.* Note de M. **Dussaud**.

Le procédé que j'ai imaginé pour l'amplification des sons d'une source sonore repose sur le principe suivant :

Une membrane reçoit les vibrations d'une source sonore qui lui sont communiquées par un solide, un liquide ou un gaz, ou téléphoniquement.

Cette membrane, soit directement, soit par l'intermédiaire d'un organe solide, obture le passage d'un jet d'air comprimé.

Le son que produit en s'échappant le jet d'air comprimé répète fidèlement en les amplifiant toutes les vibrations de la source sonore soit qu'il s'agisse de paroles, de chants, d'airs de musique ou de bruits quelconques.

Ce procédé général d'amplification des sons dépend de la puissance du moteur qui comprime l'air.

Le moteur fournit l'énergie nécessaire à l'amplification, la source sonore se comporte comme un servo-moteur.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la récente croisière scientifique de l'*Otaria. Note de M. **Teisserenc de Bort**, présentée par M. Mascart.

J'ai l'honneur d'informer l'Académie que la troisième croisière de l'*Otaria* organisée en collaboration avec M. L. Rotch, pour l'étude de l'atmosphère sur l'Atlantique, vient d'être terminée. Le bateau est rentré au Havre après une navigation de trois mois et demi sur l'Océan.

Les sondages par ballons et cerfs-volants ont été exécutés sur la partie centrale de l'Océan, la région équatoriale et la portion de l'Atlantique Sud qui s'étend jusqu'à l'île de l'Ascension.

Les sondages faits du sud-ouest au nord-ouest des Canaries ont confirmé les conclusions auxquelles les deux campagnes de l'*Otaria* avaient conduit, à savoir : que le contre-alizé de Sud-Est à Sud-Ouest souffle non seulement entre les tropiques proprement dits, mais qu'il remonte dans la plupart des cas sur l'est de l'Atlantique jusqu'à la latitude de 30° et s'étend ainsi tant au-dessus des îles Canaries qu'au large. Plus au Nord, il se transforme en vent d'Ouest.

Les sondages par ballons ont permis de constater, en été, près de l'Équateur, dans l'atmosphère très élevée, au-dessus de 12^{km}, des températures très basses analogues à celle qu'on observe en hiver à la même hauteur sous nos latitudes.

M. **Georges Negre** adresse une Note relative au *Dosage de l'acide phosphorique dans les phosphates de chaux minéraux*.

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 17 SEPTEMBRE 1906.

Sopra la quantità di anidride solforosa che contengono I solfiti commerciali. Prof. NAPOLEONI PASSERINI. Pisa, 1906; 1 br. in-8°.

Sopra le cause di produzione delle aldeidi nel vino e sulla quantità che se ne riscontra in alcuni vini della Toscana. Prof. NAPOLEONI PASSERINI. Modena, 1906; 1 br. in-8°.

Sopra la causa dell'intorbidamento dei vini Cosiddetti Vergini. Prof. NAPOLEONI PASSERINI. Modena, 1906; 1 br. in-8°.

Bijdrage n° 11, *tot de kennis der Boomsoorten op Java.* Batavia, 1906, 1 vol. in-8°.

Universidad central de España. Memoria del curso de 1904 *a* 1905 *y anuario del curso de* 1905 *a* 1906 *de su distrito universitario.* Madrid, 1906; 1 fasc. in-4°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 1er OCTOBRE 1906,

PRÉSIDENCE DE M. H. POINCARÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Berthelot** s'exprime en ces termes :

J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie un nouvel Ouvrage que je viens de publier sous le titre de *Traité pratique de l'Analyse des gaz* (1).

L'emploi des méthodes destinées à l'analyse des gaz a toujours joué un rôle capital dans les études chimiques, depuis l'époque demi-légendaire des alchimistes qui confondaient les gaz sous le nom d'*esprits* avec les matières volatiles, l'ensemble des gaz étant assimilé à l'air, c'est-à-dire à l'un des quatre éléments fondamentaux des anciens philosophes naturalistes.

C'est surtout aux XVIIe et XVIIIe siècles qu'ont eu lieu les découvertes des physiciens de l'École de Galilée, en Italie, de Boyle, en Angleterre, de Mariotte et des savants français : alors ont été énoncées les lois qui permettent de mesurer et de peser les gaz. Mais on distinguait mal entre les matières supposées impondérables de la chaleur et de la lumière, qui traversent les parois des vases, et les matières pondérables proprement dites, qui y demeurent enfermées dans les conditions ordinaires ; cette distinction n'ayant été définitivement éclaircie que par le génie de Lavoisier, à la fin du XVIIIe siècle. Vers la même époque, d'ailleurs, les différentes espèces de gaz, déjà entrevues par les alchimistes, et surtout par van Helmont et par Hales, ont été clairement distinguées dans les travaux mémorables de Priestley, de Scheele et de Cavendish.

---

(1) Un volume in-8° avec 109 figures, chez Gauthier-Villars.

Le nom même de *Chimie pneumatique*, attribué à la réforme de Lavoisier, témoigne de l'importance acquise à ce moment par les corps gazeux.

Bientôt les relations générales qui existent entre la composition des gaz et leurs équivalents ou poids atomiques furent établies : principalement au commencement du XIXe siècle, par Dalton, sous une forme surtout théorique, et par Gay-Lussac, sous la forme de lois physico-chimiques rigoureuses.

Depuis, l'étude des gaz est demeurée dans la tradition universelle des chimistes et spécialement dans celle des savants français.

Les méthodes chimiques de Dumas généralisèrent pour tous les corps volatils des relations déjà établies pour les gaz permanents à la température ordinaire, et les méthodes physiques de Regnault définirent ces mêmes relations avec une rigueur expérimentale qui n'a guère été surpassée. Nous arrivons ainsi jusque vers le milieu du XIXe siècle : tout le monde sait quels progrès nouveaux la connaissance spéciale et la théorie générale des gaz ont faits depuis ; c'est une histoire du plus haut intérêt, mais qu'il serait trop long de développer ici.

Les méthodes gazométriques exposées dans le présent Ouvrage, les procédés, les tours de main, les instruments de mesure et les appareils destinés à les mettre en œuvre, instruments et appareils dont un grand nombre ont été imaginés ou modifiés dans mon Laboratoire, étaient exposés chaque année depuis 1858, et même avant, dans mes Cours publics au Collège de France et à l'École de Pharmacie. Beaucoup sont entrés à mesure, souvent sous forme anonyme, dans la pratique courante des laboratoires.

Aujourd'hui, la plupart des chimistes français d'âge mûr veulent bien rappeler qu'ils ont suivi mes Cours et reconnaître le fruit qu'ils en ont tiré. J'y ai développé l'intervention systématique des absorbants et des dissolvants, concurremment avec les procédés fondés sur la combustion vive.

J'ai appliqué à l'analyse qualitative et quantitative des gaz :

L'emploi méthodique de l'électricité, sous forme d'effluves et surtout d'étincelles, procédés d'une application simple et presque universelle ;

L'emploi facile et immédiat de l'analyse spectrale, exécutée *sous la pression avec les tubes ordinaires* de la gazométrie ;

Ainsi que l'exécution des réactions pyrogénées, pratiquées en cloches courbes, sur de faibles volumes exactement mesurés ;

Et l'étude comparative des réactifs spéciaux : brome, acides sulfurique, chlorhydrique, azotique, iodhydrique, chlorures cuivreux, etc., agissant sur les divers groupes et espèces de gaz hydrocarbonés et autres.

Bref, dans les travaux que je n'ai cessé de publier depuis plus de cinquante ans, je me suis attaché de préférence à l'application des méthodes élégantes et rigoureuses de la gazométrie : notamment pendant mes recherches synthétiques en Chimie minérale et organique, et mes expériences de Physiologie végétale.

Au cours de la multitude de mes expériences faites en tubes scellés, je me suis attaché à établir les règles de l'analyse des gaz et ses applications presque innombrables aux transformations définies et aux équilibres chimiques.

Elles y sont d'autant plus intéressantes qu'elles portent sur des gaz qui se développent sous des pressions diverses et parfois énormes et dans des espaces limités, maintenus à température constante pendant des intervalles de temps exactement connus. J'insiste sur ce fait qu'on opère alors dans des conditions bien définies et par des réactions lentes, non réalisables autrement.

Les analyses gazeuses ainsi pratiquées offrent cet avantage d'être accomplies sur des quantités de matière très faibles, et de fournir immédiatement les rapports atomiques : c'est-à-dire les équations des réactions, — et cela sans aucun calcul, — tout en présentant une rigueur et une exactitude comparables à celles des analyses minérales les plus soignées, lesquelles exigent des poids de matière bien plus considérables. Il est d'autant plus opportun d'appuyer sur ce point, que la grande exactitude des analyses volumétriques faites sur les gaz et la certitude qu'elles apportent à la solution des problèmes chimiques sont comparables, sinon supérieures à la signification des analyses organiques pondérales.

J'espère que ce Livre contribuera à étendre la connaissance des méthodes propres à l'analyse des gaz et, par conséquent, leur utilité pour les savants adonnés aux études chimiques pures et appliquées.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Nouveaux exemples de Rosacées à acide cyanhydrique.* Note de M. L. Guignard.

La propriété de fournir de l'acide cyanhydrique, considérée d'abord, chez les Rosacées, comme spéciale aux espèces qui possèdent un fruit à noyau et font partie de la tribu des Prunées, a été constatée ensuite chez diverses plantes appartenant à deux autres tribus de la même famille.

Dans celle des Pirées, on en trouve des exemples chez les *Malus, Cydonia, Mespilus, Sorbus, Cratægus, Cotoneaster, Eriobotrya, Chamæmeles, Amelanchier, Osteomeles* et *Heteromeles;* dans celle des Spiréees, le genre *Spiræa* est le seul qui en présente quelques-unes (¹). Chez la plupart de ces plantes, le glucoside (amygdaline ou composé analogue), qui donne naissance à l'acide cyanhydrique, n'existe qu'en très faible proportion et seulement dans une partie des organes ou à certaines périodes de leur développement.

A ces exemples je puis en ajouter près d'une vingtaine de nouveaux. Plus de la moitié d'entre eux appartiennent aux genres suivants : *Photinia* et *Stranvæsia* de la tribu des Pirées, *Exochorda, Kerria, Rhodotypus* et *Neviusa* de celle des Spiréees; les autres viennent augmenter le très petit nombre des espèces à acide cyanhydrique déjà connues dans les genres *Cotoneaster* et *Spiræa*.

Pour des raisons qui seront indiquées plus loin, il y avait lieu aussi d'examiner à nouveau quelques-unes des plantes étudiées antérieurement. D'autre part, comme le dosage de l'acide cyanhydrique avait été laissé de côté dans les précédentes observations, il n'était pas inutile de donner, tout au moins dans certains cas, un aperçu des variations que l'on peut rencontrer, à cet égard, chez une même espèce suivant les conditions de végétation, et chez un même individu aux différentes périodes du développement (²).

I. Dans la tribu des Pirées, le genre *Photinia* comprend un certain nombre d'espèces exotiques, parmi lesquelles le *Ph. serrulata* Lindl., originaire de la Chine et du Japon, est un arbuste ou un petit arbre très répandu comme plante d'ornement dans les parcs et les jardins. Les feuilles, qui ressemblent assez à celles du Laurier-cerise, sont ovales allongées, persistantes, coriaces, luisantes, fortement dentées et remarquables dans le jeune âge par leur belle teinte rose rougeâtre, qui passe ensuite au vert sombre.

(¹) M. Greshorff a donné tout récemment la liste des espèces à acide cyanhydrique appartenant à ces deux tribus (*Brit. Assoc.;* York, août 1906); mais il faut en retrancher le *Nuttalia cerasiformis,* qui est une Prunée.

(²) La recherche ou le dosage de l'acide cyanhydrique a presque toujours eu lieu en opérant sur 100g des divers organes de la plante étudiée. Comme chez les autres Rosacées à acide cyanhydrique, la décomposition du glucoside donnait en même temps de l'aldéhyde benzylique.

En novembre, des feuilles de même âge, provenant d'échantillons différents, ont donné, pour 100, les quantités suivantes d'acide cyanhydrique :

	g
Échantillon n° 1. — Cultivé au Jardin botanique de l'École de Pharmacie de Paris	0,120
Échantillon n° 2. — Cultivé dans les pépinières Croux (Val d'Aulnay)	0,098
Échantillon n° 3. — Cultivé dans les collections de M. de Vilmorin (aux Barres, Loiret)	0,050
Échantillon n° 4. — Cultivé dans un parc de Châtillon, près Paris	0,037
Échantillon n° 5. — Cultivé à la Villa Thuret (Antibes)	0,015

Tout en faisant la part des différences de nature individuelle et de celles qui résultent des conditions de milieu, de l'âge des sujets qui avaient fourni les feuilles, etc., on peut s'étonner de rencontrer chez une même espèce d'aussi notables variations dans les quantités d'acide cyanhydrique obtenu. Elles dépassent celles que l'on observe chez la plupart des variétés du Laurier-cerise (1), où la cause en est beaucoup plus facile à concevoir.

A vrai dire, bien que l'on n'ait pas encore décrit de variétés nettement distinctes dans le *Ph. serrulata* (2), on trouve pourtant dans les cultures certaines formes qui paraissent presque aussi différentes les unes des autres que celles que l'on élève au rang de variétés chez le Laurier-cerise.

Chez le même individu l'âge des feuilles a une influence assez marquée sur la teneur en glucoside cyanogénétique. En dosant l'acide cyanhydrique à différentes époques de leur développement et pendant deux années consécutives, dans le premier des échantillons ci-dessus mentionnés, on a obtenu les chiffres suivants, pour 100 parties de bourgeons ou de feuilles :

		g
1er février 1905	Bourgeons commençant à entr'ouvrir leurs écailles	0,170
1er avril	Feuilles longues de quelques centimètres seulement, rougeâtres	0,167
15 mai	Feuilles longues de 6cm à 7cm, rougeâtres	0,160

(1) C'est une question sur laquelle je compte revenir ultérieurement. Je ferai pourtant remarquer ici que, dans la variété *schipkaensis*, introduite récemment en France, les feuilles ont donné la proportion relativement très élevée de 0g,286 pour 100 d'acide cyanhydrique, tandis que le Laurier-cerise type, cultivé dans le même endroit, n'en fournissait au plus que 0g,180 pour 100.

(2) Cette plante étant exclusivement propagée par greffage dans nos régions, on conçoit que la variation y soit fort limitée.

1er juillet........	Feuilles presque entièrement développées, encore rosées.	g 0,103
1er novembre	Feuilles entièrement développées, bien vertes	0,120
15 janvier 1906....	Feuilles de l'année précédente	0,132
1er juillet.........	Feuilles de l'année précédente	0,135

La proportion du composé cyanique atteint donc son maximum dans les bourgeons. Pendant la première période du développement des feuilles, elle présente presque le même taux, puis elle diminue lorsque la feuille s'accroît rapidement en perdant sa teinte rosée. Vers la fin de l'année, un relèvement se produit, qui paraît se continuer jusqu'à l'hiver, la feuille ayant pris une coloration vert sombre. A partir de cette période et pendant la seconde année, la proportion du glucoside reste à peu près constante.

On obtient aussi de l'acide cyanhydrique avec la tige. Les rameaux d'un à deux ans, pris sur l'échantillon n° 1, en janvier, en ont donné (écorce et bois ensemble) 0g,030 pour 100; ceux de l'échantillon n° 4, dont les feuilles étaient, comme on l'a vu, bien moins riches en glucoside que celles du n° 1, n'en ont produit que 0g,011 pour 100.

Par contre la racine ne fournit pas trace d'acide cyanhydrique, alors que celle d'un Laurier-cerise en donnait en moyenne 0g,015 pour 100. Cette différence entre deux plantes comparables au point de vue qui nous occupe s'explique par ce fait, que le *Ph. serrulata* était, suivant l'usage, greffé sur Cognassier. Or la racine de ce dernier ne fournit pas les réactions de l'acide cyanhydrique, bien qu'il en soit autrement avec les feuilles ou les graines ([1]).

Deux autres espèces, le *Ph. Benthamiana* Hance et le *Ph. variabilis* Hensl., possèdent, la première des feuilles coriaces et persistantes, la seconde des feuilles molles et caduques. On n'en a retiré qu'une quantité d'acide cyanhydrique très faible, surtout avec la première espèce, car elle ne dépassait guère en novembre 0g,003 pour 100; mais les fruits étaient moins pauvres en composé cyanique ([2]).

([1]) La présence du glucoside cesse brusquement, dans la tige du *Photinia*, au niveau de la greffe. Ce composé, élaboré dans les organes aériens, ne descend donc pas dans la racine. Le fait n'est pas sans intérêt au point de vue des relations physiologiques du porte-greffe et du greffon.

La racine du Cognassier renfermant de l'émulsine, celle-ci a été trouvée aussi, comme on pouvait le prévoir, dans la partie souterraine du *Photinia*.

([2]) Dans l'*Heteromeles* (*Photinia*) *arbutifolia* M. Rœm., signalé comme plante à

Ce dernier n'a été rencontré qu'en faible proportion dans l'unique espèce du genre *Stranvœsia* voisin du précédent, le *S. glaucescens* Lindl. En juillet, les feuilles n'ont donné que 0g,004 pour 100 d'acide cyanhydrique.

Dans le genre *Cotoneaster*, les espèces que j'ai pu me procurer, au nombre d'une douzaine, ont toutes fourni de l'acide cyanhydrique. Les unes, comme notre *C. vulgaris* Lindl., possèdent des feuilles caduques ou ne tombant qu'à l'époque des grands froids; les autres ont des feuilles persistantes.

Pendant la période de la végétation la plus active, Wicke (¹) n'avait pu obtenir que des traces d'acide cyanhydrique avec les jeunes pousses du *C. vulgaris*. Les réactions de ce corps faisaient totalement défaut avec l'écorce et même les feuilles; mais en décembre elles étaient, au contraire, très manifestes avec l'écorce. On a peine à s'expliquer ce résultat négatif, tout au moins pour les feuilles, et c'est pourquoi il y avait lieu d'en reprendre l'étude.

Chez les espèces à feuilles caduques, le dosage de l'acide cyanhydrique a été fait à la fin de juillet; chez celles à feuilles persistantes, en janvier. Il a donné, pour 100, les chiffres suivants :

Feuilles caduques.	g	Feuilles persistantes.	g
C. affinis Lindl.	0,098	*C. buxifolia* Wall.	0,129
C. multiflora Bge.	0,067	*C. microphylla* Wall.	0,120 (²)
C. horizontalis Dcne.	0,059	*C. thymifolia* Baker	0,036
C. bacillaris Wall.	0,057	*C. Francheti* Bois	0,014
C. vulgaris Lindl.	0,051	*C. pannosa* Franchet	0,005
C. frigida Wall.	0,045		

On remarque donc ici encore de très grandes différences suivant les espèces, dans les proportions d'acide cyanhydrique obtenu avec les feuilles, et ces différences ne semblent pas avoir de rapport avec le caractère caduc ou persistant de ces organes.

---

acide cyanhydrique par Lustig (*Proc. Calif. Coll. Pharm.*, 1882, p. 59), les feuilles m'ont donné, en juillet, 0g,045 pour 100 de cet acide.

(¹) W. Wicke, *Ueber das Vorkommen des Amygdalins* (*Ann. d. Chem. u. Pharm.*, t. LXXIX, 1851, p. 79). — *Fernere Versuche über das Vorkommen des Amygdalins* (*Ann. d. Chem. u. Pharm.*, t. LXXXI, 1852, p. 241).

(²) Mentionné aussi par M. Greshoff, dans sa liste récente, comme plante à acide cyanhydrique.

La tige du *Cotoneaster* renferme également le composé cyanique. Mais tandis que, chez le *C. vulgaris* par exemple, la proportion d'acide prussique retiré des feuilles caduques était, comme on l'a vu, de 0g,051 pour 100, elle s'élevait à 0g,090 avec les rameaux d'un à deux ans, examinés à la même époque que les feuilles. Par contre alors que, chez le *C. microphylla*, elle était de 0g,120 pour 100 pour les feuilles persistantes, elle s'abaissait à 0g,034 pour les rameaux.

Quant à la racine, elle fournit aussi de l'acide cyanhydrique, mais à la condition que la plante n'ait pas été greffée, comme il est d'usage de le faire, sur Aubépine, car la racine de cette dernière ne donne pas plus d'acide prussique que celle du Cognassier.

Bien que Wicke eût déjà étudié l'*Amelanchier vulgaris* Mœnch., ses observations devaient être vérifiées. Il avait constaté, en effet, que, pendant la période active de la végétation, l'eau distillée obtenue avec l'écorce des rameaux de la dernière année était très riche en acide cyanhydrique, tandis qu'en décembre elle n'offrait pas l'odeur de ce corps, tout en donnant pourtant la réaction du bleu de Prusse. Mais, s'il en était réellement ainsi, il faudrait admettre que, chez cette espèce à feuilles caduques, le composé cyanique, très abondant dans l'écorce au cours de la belle saison, disparaît presque entièrement au commencement de l'hiver, à l'époque de la chute des feuilles : ce qui peut paraître d'autant plus surprenant que l'auteur considère l'amygdaline comme une substance de réserve.

En opérant, au commencement d'avril, sur les premières feuilles sorties des bourgeons, j'ai trouvé en moyenne 0g,015 pour 100 d'acide cyanhydrique. En août, les feuilles adultes (récoltées dans les Alpes) n'en fournissaient plus qu'une très minime quantité. En janvier, avec les petits rameaux d'un an, on obtenait près de 0g,050 pour 100 d'acide cyanhydrique et, avec l'écorce seule, prise sur des rameaux de deux à quatre ans, la proportion s'élevait à 0g,115 pour 100. Ce résultat est donc bien différent de celui que Wicke avait obtenu.

II. Le genre *Spiræa*, le plus important de la tribu des Spirées, compte un assez grand nombre de représentants, parmi lesquels les *Sp. Aruncus* L. *Sp. sorbifolia* L., *Sp. japonica* (?) ont été signalés par Wicke (1) comme produisant de l'acide cyanhydrique. Ces trois espèces ayant les feuilles composées et celles à feuilles simples paraissant dépourvues de principe cya-

(1) W. Wicke, *Zur Physiologie der Spiräen* (*Ann. d. Chem. u. Pharm.*, t. LXXXIII, 1852, p. 175).

nique, cet observateur en avait conclu qu'il y a dans le genre *Spiræa* deux groupes distincts au double point de vue morphologique et chimique ([1]). En réalité cette distinction est sans fondement, car j'ai constaté que le *Sp. prunifolia* Sieb. et Zucc., par exemple, qui possède des feuilles simples, donne aussi de l'acide prussique.

Le *Sp. Aruncus* L., vivace seulement par sa racine, est l'espèce la plus intéressante au point de vue qui nous occupe ([2]). En juillet, les feuilles ont fourni 0g,027 pour 100 et les rameaux seulement 0g,001 pour 100 d'acide cyanhydrique. Mais avec les racines on en a obtenu 0g,070 pour 100, ce qui montre que, dans cette plante herbacée, le glucoside cyanogénétique s'accumule dans l'organe vivace. Il n'existe plus qu'en proportion très infime dans les fleurs et finit par disparaître complètement dans les fruits, qui sont représentés par de très petits follicules contenant 4 à 6 graines microscopiques. Ces fruits bien mûrs, récoltés en septembre, n'ont pas donné trace d'acide cyanhydrique, contrairement à ceux des autres Rosacées dont il a été question ci-dessus ([3]).

Deux autres espèces sont à signaler comme présentant la même propriété que les précédentes : ce sont le *Sp. Lindleyana* Wall., à feuilles composées, et le *Sp. prunifolia* Sieb. et Zucc., qui possède au contraire, comme on l'a vu, des feuilles simples. Chez la première, en pleine floraison, le taux de l'acide cyanhydrique a varié de 0g,020 à 0g,028 pour 100 dans les feuilles, et de 0g,025 à 0g,037 pour 100 dans la racine, suivant l'origine des échantillons. Chez la seconde, il n'était en moyenne que de 0g,015 à 0g,020 pour 100 dans les feuilles; avec la racine, les réactions de l'acide cyanhydrique étaient à peine sensibles.

Les genres *Exochorda, Neviusa, Rhodotypus* et *Kerria*, qui ne comprennent chacun qu'une espèce, sont pauvres en composé cyanique. En pleine végétation, les feuilles de l'*Exochorda Alberti* Regel ont fourni 0g,009 pour 100 d'acide prussique; celles du *Neviusa alabamensis* A. Gray, du

---

([1]) La plante appelée *Sp. japonica* par Wicke ne portant pas de nom d'auteur et cinq espèces différentes ayant été désignées sous le même nom, il est d'autant plus difficile de savoir de quelle espèce il s'agissait que ces cinq espèces ont des feuilles simples.

([2]) Les échantillons étudiés provenaient des Alpes, où M. Lachmann, professeur à l'Université de Grenoble, a eu l'obligeance de les faire récolter à différentes époques.

([3]) Comme toutes les autres parties de la plante, les graines n'en contiennent pas moins de l'émulsine.

Rhodotypus kerrioides Sieb. et Zucc. et du *Kerria japonica* D. C., en moyenne $0^g,002$ pour 100 seulement. Chez ces quatre espèces, la proportion ne dépassait pas $0^g,002$ à $0^g,003$ pour 100 dans la racine.

En somme les recherches résumées dans cette Note viennent doubler le nombre des espèces à acide cyanhydrique déjà connues, chez les Rosacées, dans les deux tribus des Pirées et des Spiréées. Parmi les organes végétatifs de ces plantes, ce sont presque toujours les feuilles qui fournissent la proportion la plus élevée d'acide cyanhydrique et, dans certains cas, cette proportion atteint presque celle que l'on obtient avec les feuilles du Laurier-cerise.

ZOOLOGIE. — *Sur les dégâts de* Loxostega (Eurycreon) sticticalis *L. dans les cultures de Betteraves du Plateau central.* Note de M. **Alfred Giard.**

Le 19 septembre, un de mes anciens élèves, M. le Dr Auzat, de Saint-Germain-Lembron (Puy-de-Dôme), signalait, par une lettre au *Petit Journal*, l'existence dans les champs de Betteraves de sa région, d'un parasite redoutable dont il attribuait le développement excessif à la sécheresse de cette année.

Partout où j'ai passé dans le Plateau central, écrivait-il, j'ai pu me convaincre que toutes les Betteraves sont atteintes, toutes, grosses et petites : aucune n'est indemne de ce fléau.

La pousse entière de la Betterave est attaquée ; toutes les aisselles des feuilles sont ravinées de galeries profondes ou à ciel ouvert ; le parenchyme des pétioles est rongé jusqu'à 8^{cm} ou 10^{cm} de leur base. L'œil est ratatiné, racorni, fuligineux ; friable au sommet, il est réduit à la base en une sorte de cambouis mou offrant l'aspect d'un pourridié infect.

Le collet lui-même est attaqué et des galeries perpendiculaires y pénètrent à 2^{cm} ou 3^{cm} entraînant avec elles le pourridié ci-dessus.

En écartant les feuilles, en dilacérant l'œil pourri ou en fendant longitudinalement la Betterave pour voir les galeries du collet, on aperçoit, très agiles et à divers degrés de leur développement, de deux à dix chenilles qui fuient et se laissent tomber en filant par la bouche un léger fil de soie auquel elles se suspendent. Les plus petites ont quelques millimètres ; les plus grandes, celles qui semblent près d'atteindre la taille de la nymphose, ont de 10^{mm} à 12^{mm} ; elles ont de fines soies sur le dos avec une teinte rose ou gris sale. Elles ressemblent à s'y méprendre au *ver de la pomme.*

En lisant cette description, je songeai de suite à la *Pyrale* de la Betterave (*Loxostega sticticalis* L.) que j'avais eu l'occasion d'étudier il y a trois ans, sur des Betteraves venant de Roumanie.

L'examen d'échantillons que le Dr Auzat voulut bien m'envoyer avec le plus grand empressement me prouva que ma supposition était exacte et que les ravages décrits par mon correspondant étaient en effet des plus sérieux.

Depuis plusieurs années *Loxostega sticticalis* est bien connu comme un ennemi dangereux de la Betterave dans l'Amérique du Nord où il a été soigneusement observé. Son histoire, ses mœurs, les moyens de le combattre ont été exposés avec quelque détail dans *Insect Life*, l'excellent recueil de la Division d'Entomologie de Washington, dirigé par Riley et Howard.

Plus récemment il a occasionné de grands dégâts dans les cultures de Betteraves de la Russie méridionale et jusque dans les provinces danubiennes.

Fort heureusement la France avait jusqu'à présent échappé à ce fléau, et cependant *L. sticticalis* existe, à l'état sporadique, en plusieurs points de notre territoire. On ne l'a pas rencontré, il est vrai, dans nos départements septentrionaux où la culture de la Betterave est si développée; mais il est signalé dans le centre de la France, en Belgique, en Allemagne et en Suède; ce n'est donc pas un insecte strictement méridional et il est probable que dans une grande partie de son habitat la Pyrale de la Betterave vit sur quelque Chénopodée sauvage; elle constitue alors une simple curiosité entomologique et sa présence passe inaperçue des cultivateurs.

Comme le Silphe opaque, *L. sticticalis* semble avoir une préférence pour la Betterave sucrière; d'après les renseignements obtenus par M. le Dr Auzat en certaines régions du Midi, la plupart (90 pour 100) des Betteraves sucrières sont mortes fanées, rongées et pourries sous les coups de l'insecte dévastateur. Toutes les variétés sont atteintes d'ailleurs et l'on pourrait citer tel agriculteur de la Limagne d'Auvergne, grand producteur de Betteraves et grand distillateur, qui sur plusieurs hectares de culture n'a pu trouver une seule Betterave indemne!

En présence de ce désastre il importe de rechercher les palliatifs à la situation présente, les remèdes et les mesures préventives à appliquer pour l'avenir.

Il serait bon d'arracher le plus tôt possible, avant que les chenilles ne soient arrivées à tout leur développement, et de faire consommer aussitôt par les bestiaux les Betteraves fourragères et celles d'autres sortes qui sont devenues impropres à un usage industriel.

Les fanes et les déchets de Betteraves malades devront être ramassés

avec soin et brûlés séance tenante, comme l'a déjà recommandé le Dr Auzat, avant que les chenilles aient pu chercher quelque abri pour la nymphose.

Au moment de l'éclosion des papillons, il conviendra d'employer les pièges lumineux, dont l'usage a donné de bons résultats dans la lutte contre la Pyrale de la Vigne.

Peut-être dans certains cas sera-t-il possible d'attaquer directement les chenilles à l'aide d'émulsions de savon et pétrole ou de crésyl; mais je ne crois pas qu'il faille attendre beaucoup de cette méthode dans le cas actuel : le développement des chenilles se fait d'une façon très inégale, il serait difficile de fixer l'époque où il conviendrait de faire les pulvérisations, plus difficile encore d'atteindre les larves dans leurs galeries.

Enfin on ne saurait trop recommander les soins culturaux les plus scrupuleux et les plus vigilants. Il faut à tout prix enlever des champs de Betteraves les nombreux *Chenopodium* indigènes qui y végètent si souvent et qui pourraient servir de nourriture et d'abri au parasite assurant ainsi sa reproduction pour l'année suivante.

Peut-être est-ce aux sarclages et binages répétés et à l'entretien intelligent de la propreté des cultures que les agriculteurs du nord de la France doivent l'immunité dont ils ont joui jusqu'à présent à l'égard de *L. sticticalis*.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Cultes** communique à l'Académie un Rapport du Ministre de la République française au Brésil, relatif à un mouvement sismique qui s'est fait sentir à Rio de Janeiro, dans la nuit du 16 au 17 août 1906.

PHYSIQUE. — *Sur les trajectoires périodiques des corpuscules électriques dans l'espace sous l'influence du magnétisme terrestre, avec application aux perturbations magnétiques.* Note de M. **Carl Störmer.**

Dans deux Notes antérieures (*Comptes rendus*, 25 juin et 9 juillet 1906) j'ai donné les éléments d'une théorie mathématique des aurores boréales et des perturbations magnétiques en partant de l'hypothèse de M. Birke-

land, qu'elles sont dues à des corpuscules électriques émanés du Soleil et se mouvant sous l'influence du magnétisme terrestre.

Dans la présente Note, nous allons considérer les trajectoires périodiques ou bien composées périodiquement de parties de la même forme, ainsi que celles se rapprochant asymptotiquement de pareilles trajectoires. En effet, il nous semble probable qu'une nuée de corpuscules électriques, se mouvant le long d'une telle trajectoire, peut donner lieu à des perturbations plus ou moins périodiques, par exemple à celles appelées par M. Eschenhagen *Elementarwellen des Erdmagnetismus*.

La recherche des trajectoires de la nature indiquée est un problème semblable à celui consistant à trouver les trajectoires périodiques et asymptotiques dans le problème des trois corps et qui peut être traité par les méthodes de M. Poincaré.

J'ai d'abord cherché des solutions périodiques du système IV de ma Note du 25 juin; à une telle solution périodique correspond, en effet, une infinité de trajectoires dans l'espace, toutes situées sur la même surface de révolution et dont chacune est composée périodiquement de parties de la même forme.

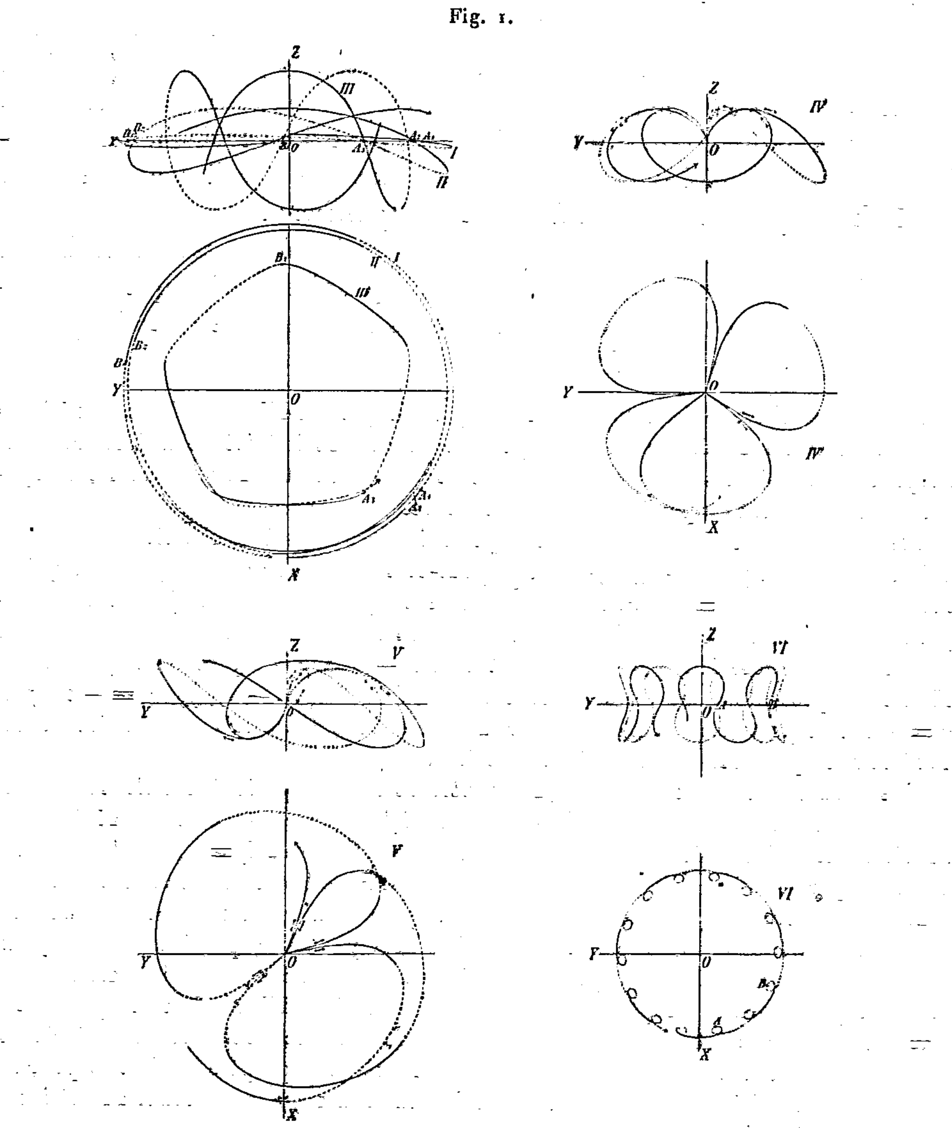
Comme première classe de solutions périodiques du système IV, citons celles qui existent au moins pour $-1 \leqq \gamma \leqq -0,8$ et peut-être aussi pour γ plus grand et qui se réduisent au point $R = 1$, $z = 0$ quand γ devient égal à -1. Les trajectoires correspondantes dans l'espace sont de forme ondulatoire et se réduisent au cercle de rayon 1 dans le plan équatorial, quand γ devient égal à -1. Sur la figure les trajectoires I, II et III représentent les trajectoires correspondant à $\gamma = -0,999$, $\gamma = -0,97$ et $\gamma = -0,8$ respectivement. La longueur d'un arc de période AB est d'environ 3,63, 3,54 et 2,68 pour ces mêmes trois trajectoires.

Une deuxième classe consiste en une infinité de courbes périodiques situées dans le voisinage de certaines courbes passant par l'origine (voir ma Note du 25 juin), à savoir celles qui ou bien rencontrent les courbes de niveau $Q = 0$, ou bien passent deux fois par l'origine sans rencontrer ces courbes. Pareils cas se présentent pour une infinité de valeurs de γ moindres que $-0,93$. Quant aux trajectoires correspondantes dans l'espace, elles se rapprochent en spirales, sans y arriver, par intervalles égaux, ou bien toujours du même pôle de l'aimant élémentaire, ou bien alternativement du pôle nord et du pôle sud, etc. Les trajectoires IV et V, correspondant à $\gamma = -0,956$ et $\gamma = -0,9335$ environ, sont de pareilles trajectoires passant par l'origine. L'arc de courbe entre deux rapprochements consécutifs du pôle nord sera, pour les trajectoires au voisinage de la trajectoire IV, d'environ 2,77; pour celles au voisinage de la trajectoire V, d'environ 8,95.

Les trajectoires jusqu'ici mentionnées font partie d'une famille plus étendue comprenant toutes celles où les courbes intégrales correspondantes du système IV rencontrent deux fois les lignes de niveau $Q = 0$. Cette famille contient une foule immense de formes, dont la recherche par intégration numérique est assez laborieuse. La trajectoire VI sur la figure en représente une qui est assez simple; la longueur de son arc

de période AB est de 1,316 et elle correspond à $\gamma = -0,999$. La famille contient aussi des trajectoires qui sont asymétriques par rapport au plan équatorial.

Fig. 1.



Trajectoires périodiques dans le problème du mouvement d'un corpuscule électrique dans le champ d'un aimant élémentaire; l'aimant est placé à l'origine avec son axe le long de l'axe des z. Les trajectoires ont été calculées par intégration numérique.

Enfin il y a des courbes intégrales du système IV qui sont périodiques sans rencontrer les lignes de niveau et qui coupent orthogonalement l'axe des R en deux points.

Les trajectoires correspondantes dans l'espace se tordent comme des hélices autour d'un cercle situé dans le plan équatorial avec son centre à l'origine.

Quant aux solutions périodiques du système IV, il existe une valeur γ^* entre $-0,8$ et $-0,5$ telle qu'il n'y a pas de solutions périodiques pour $\gamma > \gamma^*$.

Quant aux trajectoires asymptotiques, il y en a (pour $\gamma > -1$) qui viennent de l'infini pour s'approcher asymptotiquement d'une trajectoire périodique; cela est facile à voir pour les trajectoires de la première classe et il me semble très probable que l'anneau équatorial observé dans l'expérience de M. Birkeland est dû à de pareilles trajectoires (voir son Mémoire sur l'*Expédition norvégienne pour l'étude des aurores boréales*, p. 39).

Pour appliquer ce qui précède aux perturbations magnétiques, il faut d'abord, comme on le voit aisément, agrandir les trajectoires trouvées dans le rapport $c:1$, où c est la constante indiquée dans ma Note du 9 juillet. Le temps nécessaire pour que le corpuscule parcoure une des parties périodiques de la trajectoire se calcule alors quand on connaît sa vitesse. Dans le Tableau suivant on trouve ces périodes en secondes pour différentes sortes de corpuscules; le calcul est basé sur les constantes qu'on trouve dans le livre *Radio-activity* de M. Rutherford, seconde édition.

	Rayons cathodiques.		Rayons β du radium.		Rayons α du radium.	
	$\frac{e}{m}=1,86.10^7$, $v=2.10^9$, $c=8,9.10^{11}$ cm.	$\frac{e}{m}=1,86.10^7$, $v=10^{10}$, $c=4.10^{11}$ cm.	$\frac{e}{m}=1,31.10^7$, $v=2,36.10^{10}$, $c=2,2.10^{11}$ cm.	$\frac{e}{m}=0,63.10^7$, $v=2,85.10^{10}$, $c=1,4.10^{11}$ cm.	$\frac{e}{m}=6.10^3$, $v=1,75.10^9$, $c=1,7.10^{10}$ cm.	$\frac{e}{m}=6.10^3$, $v=2,39.10^9$, $c=1,46.10^{10}$ cm.
Trajectoire I...	1615	144	33	17	36	22
» II..	1576	141	32	17	35	22
» III..	1191	107	25	13	26	16
» IV..	1233	110	26	13	27	17
» V...	3983	356	82	43	88	55
» VI..	586	52	12	6	13	8

e désigne ici la charge du corpuscule en unités électromagnétiques, m sa masse et v sa vitesse, de sorte que $H_0\rho_0 = \frac{m}{e}v$ et $c = \sqrt{\frac{M}{H_0\rho_0}}$, où $M = 8,52.10^{25}$.

Comme on le voit, on trouve des nombres du même ordre que les périodes des oscillations de M. Eschenhagen, ce qui me semble indiquer que ces oscillations sont dues à des nuées de corpuscules venant par exemple du Soleil et se mouvant le long d'une trajectoire s'approchant d'une trajectoire périodique.

On remarquera aussi les dimensions colossales de ces trajectoires,

dimensions qui varient cependant énormément avec la nature des corpuscules.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les constituants des alliages de manganèse et de molybdène.* Note de M. G. ARRIVAUT, présentée par M. Moissan.

Dans une récente Communication (1) j'ai indiqué comment, soit par l'aluminothermie, soit en fondant les métaux en poudre mélangés, j'avais pu obtenir une série d'alliages de manganèse et de molybdène renfermant deux constituants définis Mn^6Mo et Mn^4Mo, dont j'ai donné la préparation et les propriétés.

La fusion des alliages plus riches en molybdène est difficile à réaliser au four Schlœsing, mais en réduisant par l'aluminium en poudre des mélanges des oxydes en proportions convenables on peut arriver à une teneur plus grande et qui a atteint dans ces essais 75 pour 100.

Propriétés. — Les corps ainsi préparés sont généralement exempts d'aluminium; ils se présentent sous la forme de culots homogènes et bien fondus; très durs, surtout ceux chargés en molybdène, et d'autant plus cassants qu'ils contiennent davantage de manganèse. Leur section est grenue et couleur blanc d'argent; ils ne sont pas magnétiques.

L'air est sans action sur eux. L'acide azotique les dissout complètement, avec formation d'acide molybdique à chaud; l'acide sulfurique concentré et bouillant et les bisulfites alcalins en fusion ont aussi une action complète. L'acide chlorhydrique et l'acide acétique agissent vivement sur ceux qui contiennent moins de 63 pour 100 de molybdène; au-dessus de cette teneur; ils résistent à ce dernier agent et ne s'attaquent plus que dans l'acide chlorhydrique. L'action ménagée de ces réactifs permet de séparer trois constituants définis répondant à des formules simples :

1° Mn^2Mo. — A été extrait de quatre alliages titrant de 35,11 à 43,94 pour 100 de molybdène; en faisant agir l'acide acétique en solution alcoolique à 10 pour 100, l'action vive au début se ralentit bientôt, puis cesse, en même temps que la teneur du résidu en Mo monte pour s'arrêter à un chiffre constant, voisin de 46 pour 100, correspondant à Mn^2Mo.

2° MnMo. — Les culots qui renferment ce corps sont mal attaqués par l'acide acétique; on peut cependant l'isoler de certains en les épuisant à chaud, mais il vaut mieux employer l'acide chlorhydrique très étendu.

(1) *Comptes rendus*, t. XLIII, p. 285, 30 juillet 1906.

Divers alliages titrant de 43,57 à 59,25 pour 100 de molybdène traités ainsi ont abandonné un résidu possédant toujours la même composition voisine de MnMo (Mn, 36,42; Mo, 63,58).

3° $MnMo^2$. — A été retiré de trois alliages titrant de 64,70 à 72,27 pour 100 de Mo, par un traitement convenable à l'acide chlorhydrique plus ou moins concentré.

Au cours de ces préparations, il ne se dissout généralement que du manganèse; les petites quantités de molybdène qui passent quelquefois dans les liqueurs d'attaque proviennent vraisemblablement d'une légère action du réactif sur le constituant, et l'on peut admettre que les culots bruts sont formés par l'association d'un de ces constituants à du manganèse libre.

Propriétés. — Ces constituants se présentent sous la forme de poudres métalliques cristallines, couleur gris d'acier, non magnétiques et formées avec contraction. (Leur densité à 0° est supérieure à la densité théorique).

Le chlore commence à les attaquer dès la température ordinaire, vers 300° il y a incandescence vive. L'oxygène et le soufre agissent de même au rouge. L'air est sans action à la température ordinaire. L'action de l'eau en vapeur ne commence que vers 250°. L'acide chlorhydrique et l'acide fluorhydrique attaquent Mn^2Mo; ils sont sans effet sur les autres, même concentrés et bouillants. L'acide acétique n'agit également sur aucun.

L'eau régale et l'acide azotique les dissolvent complètement ainsi que l'acide sulfurique bouillant et les bisulfates alcalins en fusion.

Ces résultats sont résumés dans le Tableau suivant :

Teneur en Mo du culot brut.	Nature de la liqueur d'attaque.	Composition du corps résiduel.		Formule correspondante et composition calculée.		Densité à 0°.	Densité calculée.
		Mn.	Mo.				
35,11	Acide acétique.	53,15	46,53	Mn^2....	53,39	8,37	7,91
39,25	Alcoolique.	53,20	47,03	Mo.....	46,61		
40,60	»	52,89	46,91		100,00		
43,94	»	53,31	46,25				
47,37	HCl 5 pour 100.	36,83	63,26				
48,95	»	36,00	63,60	Mn.....	36,42	8,60	8,23
50,38	»	37,25	62,15	Mo.....	63,58		
53,05	Ac. acétique alcool.	35,83	63,52		100,00		
59,25	»	37,08	63,05				
64,70	HCl aqueux.	22,39	77,60	Mn^2....	22,26	8,70	8,59
70,29	»	21,78	78,15	Mo.....	77,74		
72,27	»	21,87	77,76		100,00		

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèses dans le groupe quinoléique : éther dihydrophénylnaphtoquinoléine dicarbonique et ses dérivés.* Note de MM. **L.-J. Simon** et **Ch. Mauguin**.

Nous avons décrit (¹) l'action des alcalis aqueux, alcooliques ou caustiques sur l'éther phénylnaphtoquinoléine dicarbonique; la même étude a été entreprise sur l'éther dihydrogéné dont il dérive par oxydation. Cet éther *dihydrogéné* joue dans notre progression synthétique le rôle tenu par l'éther dihydrocollidine dicarbonique dans la synthèse des dérivés pyridiques de Hantzsch; il n'a son correspondant dans aucune autre synthèse du groupe quinoléique et, à ce titre, présente un intérêt particulier.

Comme l'éther napthoquinoléine-dicarbonique qui en dérive, il présente une stabilité remarquable vis-à-vis de la potasse aqueuse étendue ou concentrée même à chaud, et pour lui faire subir une altération il faut le fondre avec la potasse caustique. Mais là s'arrête la similitude et l'emploi de potasse en solution alcoolique fait surgir dans l'allure de la réaction une déviation inattendue si l'on observe que les deux éthers ne diffèrent que par la présence ou l'absence de deux atomes d'hydrogène. Il ne nous a pas été possible de passer du biéther au biacide correspondant; Hantzsch s'était heurté au même écueil pour son éther dihydropyridique; nous n'avons pu réaliser la saponification complète ou partielle qui nous avait conduit, pour l'éther non hydrogéné, au biacide ou à l'éther acide. La potasse exerce sur la molécule une action plus profonde : elle lui enlève un et même deux groupes carboxyles; en outre, par élimination de deux atomes d'hydrogène, le type dihydroquinoléique fait place au type quinoléique sous les espèces de deux substances; l'une encore acide (I), l'autre uniquement basique (II) :

$$C^{10}H^{6}\,(I)\left\{\begin{array}{l} C(CO^{2}H) \\ CH \\ C-C^{6}H^{5} \\ N \end{array}\right. \qquad C^{10}H^{6}\,(II)\left\{\begin{array}{l} CH \\ CH \\ C-C^{6}H^{5} \\ N \end{array}\right.$$

La séparation de ces substances est aisée, car dans les conditions de nos

(¹) *Comptes rendus*, t. CXLIII, 1906, p. 427.

expériences (potasse alcoolique au dixième) la base est insoluble dans la solution, tandis que le sel de potassium de l'acide y est très soluble. Les données de la littérature chimique nous permettaient la vérification des symboles attribués à ces substances. Döbner a obtenu, dans l'action de la β-naphtylamine et de l'aldéhyde benzylique sur l'acide pyruvique, l'acide (I) et en a dérivé la base (II) par le procédé classique de distillation avec la chaux sodée. Nous avons donc été sollicités de reprendre ses essais pour procéder à cette double vérification.

Phénylnaphtoquinoléine : $C^{19}H^{13}N$. — Cette base est un peu soluble dans l'alcool bouillant et par refroidissement elle y cristallise en paillettes blanches chatoyantes; elle est un peu soluble dans l'éther, mais son véritable solvant nous a paru être l'acide acétique; ses solutions montrent une très belle fluorescence bleue. Elle fond à 188°-189° et distille sans décomposition au delà de 360°.

Nous avons isolé et analysé les sels (picrate, chlorhydrate, bichromate, chloroplatinate) décrits par Döbner et nous les avons confrontés avec les sels correspondants préparés avec notre base : l'identité a été complète pour tous les échantillons. Nous avons trouvé en outre dans le trichloracétate $C^{19}H^{13}N, 2(CCl^3CO^2H)$ un sel plus propre par ses propriétés qu'aucun des précédents au but spécial que nous avions dessein d'atteindre.

L'identité de notre substance avec celle de Döbner et par suite sa constitution sont ainsi rigoureusement établies.

Acide phénylnaphtoquinoléine carbonique : $C^{19}H^{12}N.CO^2H$. — L'identité des deux bases ne permettait pas de conclure directement à l'identité des deux acides pour lesquels une isomérie restait possible; nous avons dû l'établir également.

Le monoacide se présente habituellement amorphe et est insoluble dans la plupart des solvants usuels : c'est à peine s'il se dissout un peu dans l'anhydride acétique bouillant d'où il cristallise par refroidissement en parallélogrammes microscopiques. Chauffé avec l'acide sulfurique il s'y dissout abondamment et à froid il se dépose de jolis cristaux jaunes d'une combinaison sulfurique de l'acide.

Il fond vers 296°; aux environs de cette température il se décompose régulièrement, perd de l'anhydride carbonique et laisse la base précédente. Il est donc inutile, pour obtenir celle-ci, de distiller sur la chaux sodée. Nous avons vu (*loc. cit.*) qu'il n'en est pas de même pour l'acide naphtoquinoléine dicarbonique qui, soumis à l'action de la chaleur seule, nous a fourni son anhydride sans trace de décomposition.

Les sels alcalins sont bien cristallisés et peu solubles dans l'eau froide.

Le sel ammonique abandonné à l'air se dissocie complètement en laissant un squelette cristallisé de l'acide libéré. Outre ces sels, signalés par Döbner, nous avons pré-

paré, comme nous l'avons fait pour le biacide, un sel cupro-ammonique cristallisé en petits prismes bleus très caractéristiques.

L'identité a été parfaite sur tous les points. Cet acide présente à l'éthérification une inertie inusitée; les méthodes habituelles échouent. Cependant, à l'aide du sulfate de méthyle, nous avons pu isoler son éther méthylique. Cet éther fond à 128° et présente à la saponification une résistance corrélative de celle que l'acide offre à l'éthérification : on peut le faire bouillir avec la potasse aqueuse concentrée sans l'altérer ni le dissoudre.

Remarques. — I. En face de l'impossibilité d'obtenir le dihydrobiacide par saponification de son éther, nous avons songé à y parvenir en remplaçant dans la réaction initiale l'éther oxalacétique par l'acide correspondant. Mais, dans ces circonstances, cet acide se décompose, perd une molécule de gaz carbonique et se comporte alors comme l'acide pyruvique : on isole un mono-acide identique aux précédents par toutes ses propriétés.

II. L'éther dihydrogéné, qui fait le sujet de cette Note, est très difficile à séparer de l'éther qui en dérive par oxydation, lorsqu'il en est souillé. Pour un tel mélange, la potasse alcoolique fournit quatre substances : la base et le mono-acide d'une part, l'éther acide et le biacide de l'autre. Ces derniers disparaissent dès qu'on opère sur le dihydro-éther préparé en observant certaines précautions et leur absence a même été, pour nous, le meilleur critère de sa pureté.

III. La phénylnaphtoquinoléine résulte donc du mono-acide de Döbner par l'action de la chaleur seule ou en présence de chaux sodée, de notre biacide et de ses dérivés par l'action de la chaleur en présence de chaux sodée; mais, en outre, à partir du dihydro-éther par un processus plus doux et à basse température. Nous sommes ainsi autorisés à conclure que la série de transformations qui nous a conduits progressivement à la base quinoléique offre toute la régularité et la continuité désirables pour éclairer le mécanisme de sa synthèse.

BOTANIQUE. — *Sur l'existence de formes-levures stables chez* Sterigmatocystis versicolor *et chez* Aspergillus fumigatus, *et sur la pathogénéité de la levure issue de ce dernier type*. Note de M. G. ODIN, présentée par M. Gaston Bonnier.

Dans une première Note présentée à l'Académie le 22 septembre 1902 j'annonçais avoir obtenu la transformation de spores de *Penicillium* et de *Coremium* en des formes-levures stables.

Depuis ces quatre ans, ce résultat s'est toujours confirmé et toutes les formes-levures que j'ai ainsi produites se sont maintenues telles.

En étendant mes recherches à des espèces différentes de Champignons, telles que certains *Sterigmatocystis* et *Aspergillus*, je suis parvenu cette fois encore à en transformer les spores chez deux espèces en des formes-levures stables que, jusqu'à présent, je n'ai pu ramener à leur type primitif.

La première espèce qui a donné ce résultat est *Sterigmatocystis versicolor*.

Le procédé employé pour ce Champignon est identiquement le même que pour les *Penicillium* et les *Coremium* cités plus haut : culture en chambre humide hermétiquement close et en milieu sucré. Les dimensions de ces formes-levures sont d'environ 4^{μ} à 5^{μ} de long sur 2^{μ} à 3^{μ} de large.

La deuxième est *Aspergillus fumigatus*.

Pour cette espèce, les cultures sont faites en chambres humides, tantôt en milieux sucrés, tantôt dans du bouillon de poumon de pigeon (stérilisé), additionné d'un peu de glucose ($2^{g},7$ par litre). Pour l'un et l'autre milieu, les chambres humides sont placées dans une étuve dont la température varie entre 36°,5 et 39°.

Ces cultures ont donné d'une part : des spores normales, fortement colorées et disposées en plumeaux ; d'autre part : à l'extrémité de certains filaments occupant surtout la périphérie de la goutte de culture, des spores plus petites, non colorées, réfringentes et présentant un point brillant vers leur centre.

En laissant vieillir les cultures, j'ai constaté que ces dernières spores réfringentes, qu'on peut dire *anormales*, ont bourgeonné en levures. Quelque temps après les spores normales à leur tour ont bourgeonné en levures.

Toutes ces levures reprises dans la culture en cellule Van Tieghem et reportées sur milieu solide, tel que carotte ou pomme de terre, se sont jusqu'à présent maintenues « levures ».

Connaissant les propriétés pathogènes des spores d'*Aspergillus fumigatus*, j'ai voulu voir si les levures qui en provenaient présentaient les mêmes propriétés que leur type ancestral. Après avoir cultivé des quantités suffisantes de ces levures, j'en ai injecté dans la veine marginale de 17 lapins divisés en trois lots.

			Température			
			initiale.	après l'injection.	maxima.	Observations.
1er lot. Injection (le 30 juin) de 6^{mg} de levures débarrassées de leur moût.	N° 1.	6 mois..	39,5	40,2	40,9	Décès le 23 soir.
	N° 2.	6 mois..	39,5	41,1	41,6	» 22 »
	N° 3.	8 mois..	39,4	40,9	41,5	» 23 »
	N° 4.	8 mois..	39,5	40,7	41,9	» 22 matin.
	N° 5.	10 mois..	39,5	40,5	40,5	» 23 »
	N° 6.	12 mois..	39,3	41,7	42,3	» 21 »
2e lot. Injection (le 20 juin) de 9^{mg}.	N° 7.	6 mois..	39,4	40,6	41	Décès le 23 matin.
	N° 8.	10 mois..	39,5	40,1	40,2	» 26 soir.
	N° 9.	10 mois ½.	39,3	39,5	40,2	» 28 matin.
	N° 10.	12 mois..	39,4	39,9	42,5	» 22 soir.
	N° 11.	12 mois..	39,5	40,3	42,6	» 23 »

			Température initiale.	Température après l'injection.	Température maxima.	Observations.
3ᵉ lot. Injection (le 20 juin) de 12ᵐᵍ.	N° 12.	6 mois..	39	39	39,2	Décès le 21 soir.
	N° 13.	8 mois..	38,7	38,7	38,8	A résisté.
	N° 14.	9 mois..	39,2	39,9	40,8	Décès le 25 matin.
	N° 15.	10 mois..	39,6	40,4	41,5	» 24 »
	N° 16.	11 mois..	39,4	40,3	40,3	A résisté.
	N° 17.	13 mois..	38,9	40,1	41,2	Décès le 30 juin.

Les nᵒˢ 1, 2, 6, 10, 14 et 15 ont présenté, après l'inoculation, un foyer abcédé de la région cervicale.

Chez les nᵒˢ 3, 4, 5, 9 et 12 : induration sous-cutanée au point d'inoculation. Rien de particulier chez les autres comme lésions extérieures.

Les réactions sur trois lots de 8 cobayes chacun (avec accidents surtout testiculaires) fournissent un Tableau sensiblement identique au précédent. Et j'en dirais autant des réactions chez les pigeons, n'était le petit nombre (5) des sujets sur lesquels j'ai expérimenté jusqu'ici.

Sans vouloir tirer de ces observations une conclusion définitive, il est intéressant de constater que la levure provenant de la transformation des spores d'un champignon pathogène possède, elle aussi, des propriétés pathogènes bien caractéristiques.

GÉOLOGIE. — *Sur la* « fenêtre » *du Plan-de-Nette et sur la géologie de la Haute-Tarentaise.* Note de M. W. Kilian, présentée par M. Michel Lévy.

A peu de distance au sud du col de la Leysse (2650ᵐ), en Haute-Tarentaise, apparaissent des marbres roses et blancs, finement cristallins, avec intercalations de bancs lie de vin, également très cristallins, dans lesquels la présence d'*Aptychus*, de *Belemnites* et de *Phyllarmus*, rencontrés après de longues recherches, nous a permis de reconnaître le Jurassique supérieur à facies briançonnais analogue au calcaire de Guillestre, mais notablement plus cristallin. Ces curieuses assises sont accompagnées, comme dans certains points du Briançonnais, de *brèches calcaires* à ciment rouge et blocs de marbre noir, rose et blanc; elles se présentent dans les conditions suivantes : sur le versant sud du col de la Leysse et au pied du glacier de la Grande-Motte, on voit apparaître *sous* les marbres phylliteux (Trias), bien caractérisés, la succession suivante (de haut en bas) :

8. Calcaires triasiques gris;

7. Calcaires nankin à pâte fine (Infralias?);

6. Calcaires noirs schisteux et brèche calcaire (brèche du Télégraphe), Lias;

5. Marbres finement cristallins, blancs, roses, jaunâtres, avec bancs lie de vin, avec *Aptychus* et traces d'autres fossiles;

4. Brèche à gros éléments (blocs de marbres blancs, roses, verdâtres, de calcaires cristallins noirs et de calcaires nankin) contenant des *Bélemnites* très reconnaissables; cette assise affleure à l'extrémité nord de la plaine du Plan-de-Nette, au point où le sentier franchit un petit escarpement rocheux;

3. Brèche calcaire à fragments de calcaires gris, noirâtres et jaunes (calcaires nankin), du type habituel et caractéristique de la brèche du Télégraphe (Lias) du Briançonnais;

2. Calcaire nankin à pâte fine (Infralias?);

1. Calcaires triasiques gris, du type des « calcaires à Gyroporelles », visibles dans la barre rocheuse qui limite au sud la plaine du Plan-de-Nette.

Cette série qui, de toute évidence, représente une *nappe* synclinale (1) (pli couché) de Jurassique, à facies briançonnais, va plonger à l'est *sous des Cargneules triasiques* surmontées de schistes lustrés avec *pietre verdi* (chaîne de la Sana-Génépy). La *racine* de cette nappe (ou synclinal couché), qui plonge à l'ouest sous le massif de la Grande-Motte, doit être cherchée à l'*ouest*, c'est-à-dire dans la zone où règnent le facies bréchoïde du Lias et le type des marbres de Guillestre, contrairement à la masse de schistes lustrés qui la recouvre et qui présente le facies piémontais, c'est-à-dire le type d'une zone plus orientale.

Plus au nord, près de Tignes et de Val-d'Isère, j'ai pu reconnaître également, dans les plis qui forment le soubassement du massif de schistes lustrés de la Grande-Sassière, des noyaux synclinaux de brèche (liasique) du Télégraphe et de marbres identiques à ceux du Plan-de-Nette.

Là encore, par conséquent, *on rencontre sous une masse, probablement charriée et reployée de schistes lustrés, des plis couchés vers l'Italie, à facies briançonnais, probablement autochtones*. Ces plis, appartenant au flanc est de la zone axiale houillère, présentent les mêmes facies et la même composition que ceux des environs de Maurin, Guillestre, Névache et que les synclinaux (Grand-Aréa) qui accidentent l'éventail houiller entre la Guisane et l'Arc. Ils se continuent en Italie entre le col de la Galise et la Grande-Sassière.

---

(1) Le no 7 correspond au no 2; le no 6 au no 3; le no 4 et le no 5 représentent le noyau du synclinal. Cet ensemble plonge de toutes parts sous des assises *plus anciennes* et apparaît comme par une « fenêtre » dans la dépression du Plan-de-Nette sur les bords de laquelle, notamment à l'extrémité nord, on peut aisément l'étudier.

Il est réservé aux recherches futures de faire la part qui revient aux dépôts jurassiques dans cette zone dans laquelle M. Marcel Bertrand, à qui nous devons d'avoir éclairé d'une vive lumière la structure de cette haute région, n'avait signalé que des calcaires triasiques.

HYDROLOGIE. — *Sur le défaut d'étanchéité des zones imperméables dans les sous-sols calcaires.* Note de M. **E.-M. Martel**, présentée par M. Albert Gaudry.

En présence des difficultés hygiéniques souvent insurmontables auxquelles se heurtent actuellement les projets de captage d'eau potable dans les régions calcaires, on s'était pris à espérer que, dans certains cas, les résurgences pouvaient être naturellement protégées, contre les infiltrations polluantes, par des intercalations de zones marneuses *au-dessus* du gisement géologique des émergences; on avait pensé que ce *toit* imperméable, analogue à celui des eaux artésiennes, pourrait éviter, au moins par places, les contaminations proximes. Dans une préfecture de l'ouest de la France, une savante étude géologique avait établi que l'eau captée pour l'alimentation jaillit des calcaires gréseux du Lias moyen, *sous* une couche imperméable de marnes bleues (Lias supérieur) épaisse de 8^m à 10^m, couche supposée assez continue, assez étanche pour arrêter les diverses infiltrations malsaines recueillies par les calcaires fissurés (bajociens et bathoniens) situés au-dessus. A la fin de 1905, il n'en est pas moins survenu dans ladite ville une petite épidémie de fièvre typhoïde, dont on n'a pu, paraît-il, préciser l'étiologie.

Il me semble indispensable, à ce propos, d'indiquer que cette hypothèse de l'étanchéité des marnes intercalaires est contredite par la matérialité des faits, au moins pour les masses calcaires dont le niveau dépasse celui des plans de drainage extérieurs. Dès 1889 d'ailleurs, avec G. Gaupillat (*Comptes rendus*, 25 novembre 1889), j'énonçais (pour les Causses) « qu'à travers la zone marneuse, le contenu des innombrables petits réservoirs se déverse en suintant par les gerçures naturelles »; le développement des investigations souterraines a de plus en plus confirmé que, même dans les régions les moins disloquées, la continuité protectrice des marnes ne saurait être affirmée nulle part. La plupart du temps, au contraire, les cassures des calcaires, inférieurs ou supérieurs aux zones marneuses, ont intéressé celles-ci au point de les interrompre sur toute leur épaisseur.

De plus, si argileuse que soit une marne, il est absolument illusoire de penser que sa dilution par les eaux souterraines parvienne à colmater les crevasses et à corriger les effets fâcheux de la fissuration. En effet (sans parler des grandes diaclases ou failles largement béantes à travers plusieurs assises) il est permis d'affirmer qu'en règle générale, dans les calcaires, les eaux souterraines (au-dessus tout au moins des plans de drainage extérieurs qui provoquent leurs émergences) ne sont pas *statiques*, mais *dynamiques;* après les pluies surtout (qui précisément amènent les infiltrations dangereuses), leurs courants plus ou moins rapides et leurs colonnes d'eau, ou conduites forcées, sous forte pression hydrostatique, pénètrent ou pèsent dans les gerçures de toute espèce, au point de faire matériellement obstacle au tranquille et lent dépôt de résidu argileux qui seul pourrait produire le colmatage.

Dans les grands avens des Causses, des Alpes, etc. (profonds de 100m à 200m), le creusement des vallées soutirantes, en abaissant le niveau de base général et corrélativement celui des eaux souterraines, a produit la perforation successive de diverses zones marneuses (oxfordienne, callovienne, bathonienne, bajocienne) *théoriquement* imperméables, intercalées dans les calcaires compacts ou les dolomies ; et même, dans la vallée de la Jonte par exemple, des étages successifs d'anciennes sorties d'eaux correspondent nettement (dans les parois des falaises : 1° Nabrigas, etc. ; 2° la Cave, la Vigne, etc. ; 3° niveau actuel de Sourbettes, des Douzes, etc.) aux perforations échelonnées des anciens niveaux hydrostatiques internes.

Quelques exceptions de courants ou bassins souterrains, demeurés *suspendus* en quelque sorte dans l'intérieur de la masse calcaire, au-dessus des bas thalwegs d'appel, ne font que confirmer la règle ; par exemple aux Baumes-Chaudes (Lozère), à Padirac (Lot), etc., où le colmatage argileux paraît en partie admissible, — au Tindoul de la Vayssière (Aveyron), — à la source de la Save (Carniole, Autriche), etc., où l'émergence se manifeste à 100m et plus au-dessus du niveau de drainage régional ; aucune de ces exceptions, en tous cas, n'a encore été rencontrée *en dessous* d'un toit étanche.

Bien au contraire, les perforations de planchers marneux se constatent comme dans les avens, parmi nombre de grottes où la rivière souterraine est descendue jadis ou descend actuellement *d'un étage plus bas* (Miremont, Dordogne ; Igue-Peureuse, Lot ; Nabrigas, Lozère ; la Bonnette, Tarn-et-Garonne ; Bétharram, Basses-Pyrénées ; la Balme, Isère ; etc., etc.). Près de Dinant (Belgique), dans la vallée de Font-de-Leffe, j'ai trouvé (fin octobre 1905, avec MM. Van den Broeck et Rahir) deux petites cavernes des plus suggestives sous ce rapport : l'une à sec montre les trous, *non colmatés,* par où l'ancien écoulement s'est enfoui ; l'autre a conservé, à 40m au-dessus du thalweg actuel, un ruisseau pérenne, parce que nul *défaut* ne s'est manifesté encore dans son support marneux imperméable, qui n'est pas percé.

Ce sont ces *défauts*, beaucoup plus répandus qu'on ne le croit, qui empêchent de préjuger l'étanchéité du plancher aussi bien que du toit marneux des eaux souterraines dans l'épaisseur des calcaires (tout au moins au-dessus des plans de drainage extérieurs). Les soi-disant zones imperméables sont plutôt, en principe, non pas un *filtre de colmatage*, mais simplement un *défectueux percolateur qui laisse passer le marc*. S'il en était autrement, il y aurait, du haut en bas des falaises des cañons calcaires, des étages superposés de cascades émergentes (comme celle de la Save au Terglou) correspondant à chacune des récurrences marneuses de la formation. Or ce phénomène est au contraire très rare; presque tous les affluents souterrains de ces cañons se manifestent au niveau du thalweg, jusqu'auquel ils ont pu descendre grâce aux craquelures intérieures. Aussi, peu d'obstacles les empêchent d'amener aux soi-disant sources tout le *marc* des vallées fermées et des plateaux d'amont : nitrites, matières organiques, ptomaïnes et microbes qui font germer les maladies transmissibles.

La conclusion est aussi facile que formelle : *dans les régions dépourvues de terrains réellement filtrants et, par conséquent, de vraies sources, la recherche et l'application d'un efficace et définitif procédé de filtrage ou de stérilisation s'imposent absolument comme une inéluctable nécessité sociale et hygiénique.*

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 24 SEPTEMBRE 1906.

Notice sur le port de Fécamp, par M. Renaud, complétée par MM. Vétillart, Ducrocq et Daumas. Paris, Imprimerie nationale, 1906; 1 vol. in-8°.

Les Observations météorologiques du Weather Bureau de Washington, par G. Eiffel. Paris, 1906; 1 br. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Compte rendu des séances du Conseil d'Hygiène publique et de Salubrité du département de la Seine; n° 20. Séance du 31 août 1906. Paris, 1906; 1 br. in-8°.

Actes de la Société linnéenne de Bordeaux. Vol. LX; 6e série, t. X. Bordeaux, 1905; 1 vol. in-8°.

Traité élémentaire de Dermatologie pratique comprenant les syphilides cutanées, par L. Brocq, médecin de l'hôpital Saint-Louis. T. I : *Généralités et entités morbides vraies.* T. II : *Réactions cutanées.* Paris, O. Doin, 1907; 2 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Recherches chimiques et physiologiques sur le fer éliminé par les reins, par le Dr Marcel Monier. Liége, 1906; 1 br. in-8°.

Annales de la Société scientifique de Bruxelles. 1905-1906, 3e et 4e fasc. Louvain, 1906; 1 vol. in-8°.

Revista del archivo y de la biblioteca nacional de Honduras. T. II, entrega XVIII. Tegucigalpa, 1906; 1 fasc. in-8°.

An account of the crustacea of Norway, t. V. Bergen, 1906; 1 fasc. in-8°.

Revista de la Real Academia de Ciencias exactas, fisicas y naturales de Madrid, t. IV, nos 4 et 5. Madrid, 1906; 2 fasc. in-8°.

Memorias de la Real Academia de Ciencias exactas, fisicas y naturales de Madrid, t. XXIV. Madrid, 1906; 1 vol. in-8°.

Contributions to the fauna of South Georgia: Band XL, n° 5. — *Hydrographische Arbeiten der* von A.-G. Nathorst, *geleiteten schwedischen Polarexpedition* 1898. Band XLI, n° 1. — *Bemerkungen über* Clathropteris meniscioides *Brongniart und* Rhizomopteris cruciata *Nathorst.* Band XLI, n° 2. — *Die reelle optische Abbildung,* von Allvar Gullstrand. Band XLI, n° 3. — *Ueber* Dictyophyllum *und* Camptopteris spiralis, von A.-G. Nathorst. Band XLI, n° 5. Upsala et Stockholm, 1906; 5 fasc. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 1er octobre 1906.

Traité pratique de l'analyse des gaz, avec 109 figures, par M. Berthelot, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences. Paris, Gauthier-Villars, 1906; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Les courbures du géoïde dans le tunnel du Simplon, par M. Marcel Brillouin. (Extr. des *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences,* 9 avril et 10 septembre 1906.) Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-4°.

Rapport sur les travaux du Conseil départemental d'Hygiène et de Salubrité, ... de la Loire-Inférieure pendant l'année 1905, présenté à M. Roger, Préfet de la Loire-Inférieure. Nantes, 1906; 1 vol. in-8°.

Revue générale de Botanique, dirigée par M. Gaston Bonnier, Membre de l'Institut; livraison du 15 juillet 1906, n° 211. Paris, Librairie générale de l'Enseignement, 1906; 1 fasc. in-8°.

Die Blinddarmentzündung, ihre Entstehung, Verhütung und Behandlung nach neueren Besichtspunkten, von Dr Max Meyer. Munich, 1906; 1 fasc. in-8°.

Haarschwund und Glatze, ihre Verhütung und Behandlung, von Dr Max Meyer. Munich, 1906; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société hongroise de Géographie, t. XXXIV, fasc. VI. Budapest, 1906; 1 fasc. in-8°.

Zeitschrift der Mährischen Landesmuseums; Bd. VI, Heft 2. Brünn, 1906; 1 vol. in-8°.

Transactions of the Astronomical Observatory of Yale University; vol. II, part 1. New-Haven, 1906; 1 fasc. in-4°.

Boletin del cuerpo de Ingenieros de Minas del Perú, nos 37-39. Lima, 1906; 3 fasc. in-8°.

Segunda Memoria que presenta el director del cuerpo de Ingenieros de Minas al Ministro de Fomento, 1904-1905. Lima, 1906; 1 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 24 septembre 1906.)

Note de M. *Dussaud,* Sur l'amplification des sons :

Page 446, ligne 4 en remontant, *au lieu de* obture le passage d'un jet, *lisez* obture *plus ou moins* le passage d'un jet.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 OCTOBRE 1906,

PRÉSIDENCE DE M. H. POINCARÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MINÉRALOGIE. — *Synthèse du quartz améthyste; recherches sur la teinture naturelle ou artificielle de quelques pierres précieuses sous les influences radioactives.* Note de M. **Berthelot.**

I.

1. On sait que les pierres précieuses naturelles, constituées pour la plupart par des corps brillants, transparents, durs et peu altérables à l'air et à l'eau, sont susceptibles de présenter des variétés possédant une même composition chimique générale, mais sous des teintes multiples et souvent fort recherchées. Les conditions naturelles dans lesquelles a eu lieu cette véritable teinture d'une même substance chimique sont d'ordinaire mal connues. Elles ont cependant un grand intérêt, à cause de la valeur attribuée à cet ordre de gemmes par les amateurs, aussi bien que des problèmes chimiques et minéralogiques que soulève leur formation.

C'est pourquoi il paraît de quelque intérêt de rapporter les expériences analytiques et synthétiques que j'ai faites pour déterminer et reproduire les conditions de coloration de diverses gemmes violettes, telles que les améthystes en particulier.

2. Ce nom a été donné dans l'antiquité à plusieurs minéraux, considérés comme pierres précieuses et caractérisés par leur teinte violette. En raison de cette couleur, analogue à celle des liqueurs vineuses, et guidés par ces analogies superficielles qui présidaient autrefois à l'emploi d'une multitude de médicaments, les anciens regardaient les améthystes comme

susceptibles de guérir, ou même d'empêcher l'ivresse [1], par leur vue, leur contact, l'ingestion de leur poudre : tel est le sens littéral du mot grec *améthyste*.

3. D'après les minéralogistes modernes, le nom d'*améthyste* est demeuré applicable à certaines variétés d'au moins trois composés distincts : le quartz violet, constitué par la silice cristallisée et teintée, auquel le nom d'*améthyste* est plus particulièrement réservé ; la fluorine ou fluorure de calcium cristallisé, sous son apparence violette, et le corindon violet ou améthyste orientale, qui est de l'alumine anhydre teintée.

4. La coloration du quartz améthyste est attribuée aujourd'hui à la présence du manganèse, qui s'y trouve à la dose de quelques millièmes : la teinte résultant de sa suroxydation. Mais on ignore quelles conditions ont pu déterminer au sein de la terre cette suroxydation, accomplie pour la plupart des cas dans des profondeurs où la lumière ne pénètre pas, et spécialement à l'intérieur de certains géodes siliceux bien clos, au centre desquels une portion de la silice constituante a cristallisé sous forme de quartz.

5. A ce problème synthétique, les expériences qui vont être décrites, fournissent une solution très nette et susceptible d'être étendue aux colorations d'un certain nombre de gemmes. En raison de l'intérêt de ces expériences, tant pour la Mécanique chimique et la Minéralogie, que pour les applications à l'art du joaillier, il importe de préciser le détail de leur exécution.

II.

[1]. *Quartz améthyste naturel.* — 1. J'ai d'abord opéré sur le quartz améthyste naturel, échantillon sur agate, provenant du Brésil, en cristaux bien formés, de quelques millimètres de côté. Ces cristaux ont été chauffés vers 300°, au fond d'un tube en verre fermé par un bout, et ouvert librement à l'air à son autre bout. On sait qu'ils ont la propriété de se décolorer ainsi complètement, tout en demeurant absolument transparents, et restant tels après refroidissement, à la lumière diffuse de nos climats, pendant une durée qui semble illimitée. En fait, les cristaux que j'avais décolorés, conservés à l'air libre pendant deux mois, et même exposés à une insolation directe souvent fort intense pendant 70 heures, au courant

(1) Pline, *Histoire naturelle*, livre XXXVII, p. 40. — *Salmasii Plinianæ exercitationes*, 1689, p. 398-400.

des mois de septembre et d'octobre, n'ont repris aucune coloration.

2. Leur décoloration par la chaleur est attribuable à la transformation des traces de composés manganiques suroxydés (sels de sesquioxyde probablement) qu'ils renfermaient, en sels de protoxyde, incolores sous cette épaisseur : transformation accomplie avec perte d'oxygène.

3. Observons d'abord, que le départ de l'oxygène excédent dans le composé manganique du quartz améthyste chauffé ne saurait être attribué à quelque action réductrice, exercée par la flamme du brûleur qui a agi sur le tube; attendu que la flamme était séparée du quartz par les parois du long tube de verre, au fond duquel avaient été déposés les cristaux. Je ne reviendrai pas sur ce point : les mêmes précautions ayant été prises pour chauffer les échantillons des diverses autres substances dont il sera question dans les pages qui suivent.

4. L'oxygène éliminé, au moment de la décoloration du quartz améthyste par la chaleur, a été probablement chassé en nature; à moins qu'il n'ait été pris par quelque trace de corps peroxydable, coexistant dans le quartz.

5. En fait, l'élimination de l'oxygène libre se conçoit aisément à la surface des cristaux. Quant à la décoloration qui a eu lieu également dans leur épaisseur et à une profondeur de plusieurs millimètres, on peut s'en rendre compte si l'on remarque que ces cristaux ne sont pas constitués par une masse uniforme et homogène. En effet ils résultent, d'après les minéralogistes les plus compétents, de lamelles superposées et emboîtées les unes dans les autres; la teinture elle-même de ces différentes lamelles n'étant pas uniforme en raison de cette structure. On conçoit qu'il doive subsister entre elles certains intervalles extrêmement étroits, mais que la dilatation due à l'échauffement tend à accroître; de façon à y permettre l'accumulation, le cheminement plus ou moins lent et la déperdition de l'oxygène, mis en liberté lors de la décoloration.

On pourrait aussi admettre un cheminement moléculaire du gaz dégagé au travers de la masse vitreuse, même d'apparence homogène, mais comparable à une dissolution solidifiée : ce sont là des phénomènes de l'ordre de ceux que l'on désigne par le mot mal défini d'*occlusion;* tels les effets constatés dans la cémentation, faisant pénétrer le carbone jusqu'au cœur de l'acier solide, chauffé au sein d'un creuset brasqué.

6. La décoloration du quartz améthyste par la chaleur ayant eu lieu le 22 août, le même jour on a repris quelques-uns des cristaux devenus parfaitement blancs et incolores, et on les a placés au fond d'un gros tube de verre blanc, au-dessous d'un tube du même verre moins large, fermé à la

lampe, lequel contenait lui-même vers son centre un troisième tube de verre, très petit tube, également scellé à la lampe. Dans ce dernier avait été renfermé l'échantillon de chlorure de radium avec lequel j'ai exécuté, sans l'intermédiaire du verre, les expériences déjà décrites sur la fixation de l'azote (*Comptes rendus* du 16 juillet 1906, t. CXLIII, p. 149).

Le système de ces trois tubes concentriques a été renfermé dans une armoire close, où la lumière ne pénétrait pas.

7. On remarquera que l'action du radium ne saurait s'exercer dans ces conditions ni par contact, ni par émanation matérielle, ni par radiation directe; car il y avait comme intermédiaires deux épaisseurs de verre, dont la somme surpassait un peu un millimètre. En outre, j'avais placé entre les deux vases intérieurs une feuille enroulée de papier à filtre blanc, exempt de cendres (feuille disposée en vue d'autres essais). Elle interceptait presque complètement la lueur phosphorescente émise par le sel de radium.

L'influence exercée par ce sel, dans ces conditions, ne pouvait dès lors être attribuée qu'à un phénomène d'induction, déterminée par des radiations très pénétrantes, ayant successivement traversé deux épaisseurs d'un verre transparent et plusieurs épaisseurs de papier blanc, non collé, enroulé.

8. L'expérience précédente ayant été disposée le 22 août, j'ai rouvert l'armoire et examiné les produits le 15 septembre et le 6 octobre : les cristaux blancs de quartz avaient alors commencé à se recolorer d'une façon très nette, malgré les épaisseurs des matières interposées. Cette recoloration s'était accrue graduellement. Elle ne saurait être attribuée qu'à la reproduction du sel manganique, par une addition progressive d'oxygène emprunté à l'air et suivant des mécanismes réciproques de ceux de l'élimination initiale de l'oxygène primitif.

[2]. *Quartz fondu, amorphe et incolore.* — 1. Voici une expérience inverse, dans laquelle un échantillon de quartz incolore a acquis une teinte violette sous l'influence des mêmes radiations. Cette influence s'est également exercée indépendamment de toute émanation matérielle du radium.

2. J'ai opéré cette fois sur un tube de quartz amorphe fondu, livré par le commerce, long de 100^{mm}, large de 10^{mm}, épais de $0^{m},3$ environ. Il était demeuré parfaitement incolore, même après plus d'une année de conservation à la lumière diffuse. Cependant il contenait une trace de manganèse. Ce tube a été placé à côté d'un tube de verre, renfermant lui-même le petit tube scellé qui contenait le radium, le 28 juin; le tout dans l'obscurité.

Quelques semaines après (août), le quartz avait commencé à se colorer circulairement en violet sur une certaine longueur dans la région située vis-à-vis du sel de radium; l'intensité de la coloration n'a pas cessé de croître depuis jusqu'au moment présent (octobre).

3. Il résulte de ces observations que l'on peut constater et reproduire sur le quartz fondu artificiel, aussi bien que sur le quartz améthyste naturel, les états distincts du quartz incolore initial et du quartz coloré en violet sous l'influence du radium.

III.

[3]. *Fluorine.* — 1. J'ai exécuté les essais suivants sur la fluorine violette naturelle, colorée à la façon du quartz améthyste. Ces essais ont été effectués sur un échantillon de fluorine de Weardale (Durham). Je les ai poursuivis, afin de vérifier que les effets obtenus ne sont pas en corrélation nécessaire avec l'existence d'un composé chimique déterminé, tel que la silice.

2. Cette fluorine a été introduite au fond fermé d'un tube de verre ouvert par son bout supérieur à l'air libre : on a chauffé ce tube avec les mêmes précautions que plus haut sur une flamme extérieure, et la fluorine s'est pareillement décolorée au-dessous de la température rouge.

3. On a placé le 5 septembre le produit ainsi blanchi et demeuré transparent dans un petit tube ouvert à l'air libre et juxtaposé au tube de verre scellé déjà décrit; lequel renfermait un troisième petit tube de verre scellé, contenant le composé du radium. Je rappellerai que ce dernier tube était enveloppé de papier blanc à filtrer. Le 15 septembre on n'observait pas encore de recoloration bien appréciable; mais le 25 septembre on voyait apparaître une légère teinte rosée, malgré l'interposition de trois parois de verre entre la fluorine et le composé de radium. Cette coloration a crû lentement avec le temps (octobre), quoique moins vite que celle du quartz améthyste régénéré.

IV.

1. Les résultats précédents, obtenus sur le quartz et sur la fluorine, sont susceptibles d'expliquer la coloration violacée des échantillons naturels de ces minéraux, échantillons formés dans les profondeurs de la terre, en des espaces clos, où ne pénètre guère la lumière du jour : spécialement en ce qui touche les améthystes développées dans l'intérieur des géodes. Tout se passe dans l'obscurité. La coloration violette des améthystes paraît

donc attribuable à des radiations pénétrantes, qui traversent même les corps opaques, telles que celles agissant dans les expériences qui viennent d'être décrites.

En un mot, on observe ici une nouvelle manifestation des substances radioactives existant dans l'intérieur de la terre : déjà leur intervention pour modifier les propriétés des sources minérales a été signalée par différents expérimentateurs.

2. Au cas actuel, nous assistons à une véritable *synthèse des améthystes*, résultant de l'addition de la couleur violette à une matière incolore ; addition déterminée par la réunion d'une condition physique et d'une action chimique, ayant combiné leurs effets pour ajouter une qualité nouvelle à cette dernière matière. On peut, jusqu'à un certain point, comparer de telles formations à celle d'un aimant, résultant de l'association d'un composé chimique ferrugineux, privé à l'origine de propriétés magnétiques, avec ces propriétés physiques, développées sous l'influence d'un courant électrique ; ou même, dans des conditions purement naturelles, par une orientation convenable par rapport à l'axe du globe terrestre.

V.

[4]. *Verre et cristal.* — 1. Établissons le parallèle entre les phénomènes observés sur le quartz et sur la fluorine et ceux que présente le verre, spécialement le verre plombeux, désigné sous le nom de *cristal*.

L'un et l'autre, comme on sait, renferment de petites quantités de manganèse.

On sait aussi que certains verres sont susceptibles de se teinter en bleu violet sous l'influence d'une insolation prolongée.

Cette coloration se manifeste également dans les parois des ampoules cathodiques, si usitées aujourd'hui en Médecine, au bout de quelques heures de réaction.

2. Or, sous l'influence des sels de radium, les mêmes effets se développent, et même avec une intensité exceptionnelle : non seulement à la surface, mais dans l'intérieur même de morceaux de cristal fondu, épais de 5 à 6 millimètres, tels que ceux sur lesquels j'ai opéré.

Cette coloration se produit surtout d'une manière nette, comme j'ai eu occasion de le dire (1), lorsque l'influence radioactive s'exerce au travers

---

(1) *Comptes rendus*, séance du 16 juillet 1906, t. CXLIII, p. 151.

et au delà des parois d'un premier tube scellé, renfermant le sel de radium; ces premières parois acquérant surtout une teinte noirâtre ([1]), sous l'influence initiale des radiations directes. Après avoir traversé ces premières parois, des radiations plus pénétrantes teignent en bleu violacé intense le verre qu'on leur présente ultérieurement.

Cette nouvelle teinte est attribuable, comme celle du quartz, à la présence du manganèse et à son oxydation, ainsi que j'ai pris soin de le constater expressément sur mes échantillons ([2]). La propagation de la teinte à travers l'épaisseur du cristal homogène et amorphe s'explique par une sorte de cémentation, ayant fait pénétrer graduellement l'oxygène dans toutes les parties de la masse, conformément aux développements donnés un peu plus haut.

3. Ceci constaté, j'ai reconnu qu'il suffit de chauffer le cristal ainsi coloré, après l'avoir placé au fond d'un tube de verre fermé par un bout et ouvert à sa partie supérieure, dans les mêmes conditions où j'ai opéré sur le quartz. Le cristal se décolorait complètement, à une température plus basse que le rouge : ce phénomène résultant toujours du changement d'un sel manganique en sel manganeux, d'après le mécanisme décrit plus haut. Le verre ainsi blanchi, transparent et amorphe, est demeuré tel pendant plusieurs mois dans mon laboratoire, à la lumière diffuse, et même pendant un certain nombre de jours à la lumière solaire directe agissant avec une certaine intensité durant 70 heures (septembre et octobre).

4. D'autre part, un fragment de ce verre décoloré a été déposé au fond du tube de quartz de l'expérience [2]; de façon à lui faire subir l'influence des radiations très pénétrantes du radium, ayant traversé successivement, comme il a été dit, deux épaisseurs de verre transparent, plus des épaisseurs de papier à filtre blanc enroulé et une épaisseur de quartz fondu transparent. Or, au bout de 24 jours (août-septembre), le verre s'était notablement recoloré en violet. Le 3 octobre, j'ai reconnu que cette coloration croissait lentement avec le temps; moins vite bien entendu que lorsque le tube à radium agissait directement; c'est-à-dire sans que ses radiations se fussent affaiblies en traversant deux fois le verre.

5. Cette expérience prouve d'abord que le composé du manganèse recolorable subsistait après la décoloration précédente.

Incolore au début, le cristal a été coloré, c'est-à-dire oxydé par une

---

([1]) *Idem.* — Le phénomène paraît attribuable à des actions réductrices (engendrant du soufre, des sulfures métalliques, etc.).

([2]) *Idem.*, p. 152.

première action radiante; puis décoloré, en le soumettant isolément à l'action calorifique; enfin recoloré par une seconde action radiante.

6. Les expériences qui précèdent ont donc subi le double contrôle de l'analyse et de la synthèse de même que celles du quartz [2]. Elles concourent à démontrer que l'émanation et l'intervention de parties matérielles venues, soit du radium, soit de ses émanations, soit de l'air qui a été en contact avec lui, ne sont pas nécessaires pour déterminer les oxydations observées.

Au contraire, les actions lumineuses spéciales de phosphorescence du radium et surtout les actions inductives d'ordre électrique, analogues à celles de l'effluve qu'il a exercées après avoir traversé les épaisseurs réunies au travers du verre, du quartz et du papier, ont été suffisamment efficaces pour provoquer les effets chimiques, qui développent la coloration violette.

7. Il en est de même, d'après l'observation courante, des rayons cathodiques intérieurs, influençant les parois de verre de leur ampoule. Après quelques opérations, ce verre acquiert une teinte violacée manifeste. L'analogie entre ces rayons et certains rayons du radium se poursuit dans ces circonstances.

8. La grande intensité de coloration du cristal, teinté d'une façon permanente sous l'influence du radium exercée à travers le verre, m'a donné la pensée de rechercher si ce cristal même agirait ensuite à la façon d'un aimant, récemment formé, sur un corps susceptible d'acquérir aussi les propriétés magnétiques. En d'autres termes, ce cristal aurait-il acquis la propriété de colorer à son tour, indépendamment du radium, un échantillon de verre incolore? La tentative était d'autant plus légitime que dans mes essais l'action initiale du sel de radium, après avoir traversé et influencé ce gros morceau de verre, avait encore, et par surcroît, teinté un vase à précipité d'une centaine de centimètres cubes, qui renfermait ce morceau et dont les parois en étaient distantes de plusieurs centimètres.

Cependant, en fait, le résultat observé avec ce gros morceau, fortement teinté depuis plusieurs mois, et agissant ensuite indépendamment du radium, a été négatif : il n'a exercé aucune action induite colorante sur le verre incolore.

VI.

Décrivons maintenant différents essais entrepris pour étudier la teinture de différents minéraux en d'autres couleurs que le violet.

[5]. Le quartz enfumé (de Salzbachthal, Tyrol) peut être décoloré aisé-

ment en le chauffant dans un tube de verre fermé par un bout et cela avec distillation de composés organiques à odeur de pétrole et résidu de quelques parcelles charbonneuses. De même un échantillon de quartz enfumé sur améthyste, extrait d'un géode d'agate d'Oberstein (Palatinat); de même un quartz enfumé bipyramidé de Tunisie. La coloration initiale du quartz enfumé est donc attribuable à certains composés organiques, dont la destruction pyrogénée rend la décoloration irréversible.

[6]. 1. Un échantillon de *fluorine verte* cristallisée, remis par M. Michel Lévy, s'est décoloré en le chauffant dans un tube de verre, avec émission d'une vapeur condensable, à odeur de pétrole. Sa teinte est donc attribuable à une matière organique, dont la destruction pyrogénée rend la décoloration irréversible.

2. On sait qu'il en est de même de la couleur verte de l'émeraude, également décolorable par la chaleur.

La coloration verte naturelle de ces deux gemmes peut être attribuée à des phénomènes de radioactivité; mais sa destruction n'est pas réversible, comme celle du quartz améthyste ou de la fluorine violette, parce que le chauffage n'a pas laissé subsister une substance stable et recolorable, comparable aux sels manganeux du quartz améthyste.

[7]. 1. Voici maintenant l'exemple d'une teinture plus stable, que la chaleur ne fait pas disparaître.

Un échantillon de *corindon bleu violacé* naturel, remis par M. Michel Lévy, a été trouvé, en effet, teint d'une façon très stable; sa coloration subsistant après qu'il a été chauffé, non seulement dans un tube de verre, mais même au rouge vif dans un creuset de platine.

2. Un échantillon de *corindon rouge* a manifesté la même stabilité.

Il résulte de ces observations que les colorations du corindon ne sont pas attribuables au manganèse.

VII.

[8]. *Oxydation du papier*. — 1. En poursuivant ces études, il m'a paru nécessaire de définir plus complètement certains autres phénomènes d'oxydation, déterminés par l'action directe des composés du radium et de leurs émanations, en les répétant avec interposition de parois de verre; de façon à vérifier spécialement les réactions chimiques induites à travers ces parois. Il s'agit de l'expérience établissant la combustion lente, par l'oxygène de l'air, du papier à filtre blanc, exempt de cendres, avec production d'acide carbonique sous l'influence du radium; expérience faite d'abord sans contact

avec le composé solide, et à distance, à travers un espace gazeux, mais sans aucune interposition de verre (*Comptes rendus*, t. CXLIII, p. 149-150).

J'ai opéré cette fois avec le même sel de radium, contenu, comme il a été dit, dans un petit tube scellé à la lampe; de façon à isoler ce sel d'un rouleau du même papier à filtre blanc, qui entourait le petit tube.

Le tout était renfermé dans un tube de verre scellé à la lampe. L'expérience a commencé le 22 août; or, le 25 septembre, le papier avait déjà bruni faiblement, mais nettement dans sa partie inférieure. L'air contenu dans le tube de verre scellé a été extrait avec la trompe à mercure : il avait perdu une faible dose de son oxygène, près des quatre centièmes de ce gaz; malgré l'interposition d'une paroi de verre entre le sel et le papier, laquelle avait nécessairement affaibli les effets. La durée de ces essais était d'ailleurs bien plus courte. Toutes ces oxydations pourraient être expliquées par une formation lente d'ozone. Je poursuis cette expérience, pour le résultat en être examiné dans un an. J'observerai seulement qu'elle tend encore à rapprocher les réactions déterminées par le radium de celles que provoque l'effluve électrique.

[9]. Je poursuis également mes essais pour rechercher si *l'absorption de l'azote* de l'air *par le papier*, observée dans l'expérience du Mémoire précédent (au bout d'une année) sous l'influence directe du radium, se produira également après interposition des parois du tube de verre scellé.

[10]. En raison de l'intérêt que présentent ces problèmes, au point de vue de la Mécanique physico-chimique, et de l'utilité à multiplier les comparaisons, il paraît utile de rappeler que, d'après mes anciennes expériences (1), les radiations pénétrantes du radium, agissant à la façon de l'effluve électrique à travers le verre, sont susceptibles de provoquer, même dans l'obscurité :

Non seulement des oxydations exothermiques;

Mais aussi des phénomènes de décomposition endothermiques, tels que la décomposition de l'anhydride iodique en ses éléments et celle de l'acide azotique pur et concentré, en oxygène et vapeur nitreuse.

[11]. J'ai entrepris des expériences pour essayer d'étendre ces effets à d'autres décompositions, et surtout à la modification isomérique des corps simples et composés; mais ces actions sont très lentes. Je me bornerai à dire en ce moment que le cyanogène sec, enfermé dans un tube scellé, a donné des indices de condensation solide, sous l'influence inductive du

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XXV, p. 463, 464.

radium, au bout de quelques semaines; l'expérience se poursuit sur ce composé et divers autres.

J'ai observé en outre que les rayons X, provenant d'une ampoule cathodique, agissant pendant 2 heures en plusieurs fois, ont manifesté également une influence visible sur la condensation du cyanogène.

Jusqu'à quel point pourrait-on rapprocher de tels effets des actions complexes, anatomiques et physiologiques, exercées sur les tissus et organes des animaux par les rayons X et par ceux du radium, dont l'influence paraît être la même? C'est ce qu'il est intéressant de signaler, sans rien affirmer encore d'une façon absolue.

---

1. Dans tous les cas, il importe, je le répète, de distinguer avec soin entre les effets produits par le contact direct des sels de radium solides, ou bien par le contact de leur émanation, et les effets induits de ces corps agissant à travers le verre, à la façon de ceux de l'effluve électrique et des rayons X dérivés de l'ampoule cathodique.

J'ai entrepris quelques essais comparatifs de cet ordre avec le phosphore, qui possède également (en s'oxydant) l'aptitude à former directement de l'ozone et de l'acide azotique, par ses émanations : il s'agit de vérifier si sa lumière phosphorescente agit encore au travers des parois de verre.

2. En général, les études des physiciens sur les rayons du radium, désignés par les lettres α, β, γ, doivent être comparées d'une façon précise avec les effets chimiques directs et médiats de ces radiations.

On devra surtout examiner de plus près l'influence exercée par l'*état de combinaison du radium,* influence peu connue et qui pourrait établir entre l'activité de ces combinaisons des inégalités du même ordre que celles qui existent entre les divers composés magnétiques du fer : les uns peu actifs, les autres, tels que l'oxyde magnétique et l'acier, offrant des maximums d'activité.

3. C'est pourquoi, dans l'intérêt purement scientifique qui s'attache à ces recherches et pour les pousser plus avant par une connaissance approfondie des propriétés des composés radioactifs, le moment semble venu de développer l'étude chimique proprement dite du radium et celle de ses impuretés; ces études ayant été jusqu'ici à peine ébauchées. Ce qui s'explique en raison de l'élan naturel qui a porté les savants français, anglais et allemands, à s'attacher tout d'abord à l'examen des aptitudes exceptionnelles de cet élément; peut-être aussi, en raison de la surenchère

excessive des substances radioactives, suscitée par les espérances incertaines de leurs applications médicales.

4. Quoi qu'il en soit, et pour nous limiter aux études présentées dans la Note actuelle, ces études mettent en évidence des influences radioactives de l'ordre de celles de l'effluve électrique, ayant joué un rôle inconnu jusqu'ici dans la teinture naturelle des pierres précieuses, au sein des profondeurs de la terre, et qui permettent dans certains cas de les reproduire. Elles rappellent les théories d'Aristote et des alchimistes, et le rôle supposé des exhalaisons souterraines, déterminant la formation des minéraux et même celle des métaux. Faudra-t-il y joindre l'action mystérieuse des effluves des espaces célestes des Alexandrins et des astrologues, pour expliquer les énergies sans cesse régénérées des matières radioactives?

En tous cas, les expériences décrites dans la présente Note établissent à la fois l'existence et le rôle des radiations souterraines dans les colorations initiales si singulières que présentent les gemmes naturelles. Elles rendent compte des oppositions qui existent entre la stabilité de certaines teintures, telles que celles du corindon, et l'instabilité pyrogénée de certaines autres, tantôt irréversibles parce qu'elles ont été produites par des matières organiques détruites sans retour (fluorine verte); tantôt au contraire réversibles parce qu'elles sont engendrées par un métal, tel que le manganèse, qui subsiste après décoloration et qu'il peut être ramené à la couleur initiale (quartz améthyste). Il y a là tout un champ fécond d'expériences synthétiques.

ASTRONOMIE. — *Sur les travaux exécutés à l'observatoire du sommet du mont Blanc.* Note de M. **Janssen.**

Je viens, au nom de l'Association de l'observatoire du mont Blanc, entretenir quelques instants l'Académie de la campagne de 1906, favorisée par une saison exceptionnellement belle et féconde en résultats scientifiques.

Qu'il me soit permis d'abord de remercier ici le prince Roland Bonaparte pour le complément du don si généreux mis à notre disposition au moment de la fondation de l'observatoire.

Au commencement de l'été, M. Beaudoin, architecte du Gouvernement, a fait construire, sur notre demande, un refuge séparé de l'observatoire et pouvant servir en toute saison d'asile aux voyageurs.

L'observatoire lui-même a subi des améliorations et des agrandissements permettant un séjour plus prolongé au sommet. Les jeunes et courageux savants qui affrontent la fatigue d'une ascension au mont Blanc peuvent faire chaque année des séjours plus longs sans souffrir de l'altitude.

En juillet, MM. Moog et Guillemard faisaient, d'après les conseils de mon savant confrère M. Armand Gautier, des études biologiques sur eux-mêmes et sur des Lapins et des Cobayes.

Ces études feront l'objet d'une Note spéciale dont M. A. Gautier vous entretiendra avec toute sa compétence.

En juillet et août, M. Millochau, astronome à l'Observatoire de Meudon, et M. Milan Stéfànik, docteur ès sciences, restaient au sommet pendant une période de treize jours.

La Note que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie, sous le titre *Contribution à l'étude de l'émission calorifique du Soleil*, donne une partie des résultats obtenus par MM. Millochau et Féry.

Les auteurs utilisent le principe du télescope pyrométrique Féry et appliquent ce principe aux études solaires.

En août, M. Senonque, attaché au laboratoire du comte de la Baume-Pluvinel, était chargé par lui de faire des études de magnétisme à diverses altitudes et de remplacer son météorographe par un instrument nouveau.

Enfin, M. Alexis Hansky, astronome à l'Observatoire de Poulkowa, venu tout exprès de Russie, montait au sommet en septembre et séjournait pendant 10 jours à l'Observatoire avec M. Milan Stéfànik qui faisait l'ascension pour la seconde fois cette année.

Ces deux Messieurs étudiaient parallèlement les surfaces de Jupiter et de Vénus. Grâce à l'exceptionnelle pureté et tranquillité de l'atmosphère d'une part, d'autre part à l'excellence de la grande lunette de l'observatoire du sommet, ils obtinrent des dessins très détaillés qu'ils publieront ultérieurement. M. A. Hansky a aussi continué ses expériences sur l'actinométrie dont il a fait déjà à plusieurs reprises une étude très complète au mont Blanc.

Ces différents travaux feront l'objet de plusieurs Notes que j'aurai l'honneur de présenter prochainement à l'Académie.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la coloration rouge éventuelle de certaines feuilles et sur la couleur des feuilles d'automne*. Note de M. **Armand Gautier**.

En publiant, il y a quelques jours, sa Note : *Sur un cas de formation d'*anthocyanine *sous l'influence d'une morsure d'insecte* ([1]), M. Mirande ne paraît pas avoir eu connaissance des faits semblables que j'ai relevés, pour les feuilles de la vigne en particulier, il y a plus de 14 ans. « En incisant, écrit-il, un pétiole de vigne ou de phytolacca, on provoque dans la feuille la formation de la matière rouge imitant la coloration automnale. » J'ai moi-même établi, en 1892, à la suite de recherches faites et publiées de 1879 à 1882 sur l'origine et la nature des matières colorantes des vins, que la blessure des feuilles de la vigne, le pincement, la ligature ou l'écorçage partiel de leur pétiole, y fait apparaître, en été, un beau pigment rouge ([2]). Les botanistes ont donné depuis longtemps le nom d'*érythrophylle* ou d'*anthocyanine* à la couleur rouge automnale des feuilles qu'ils ont attribuée à une matière uniforme dérivant de la chlorophylle et lui succédant. Il n'en est rien ; les analyses que j'ai données de deux ou trois de ces matières colorantes, de celles qui apparaissent après la blessure de la feuille de la vigne tout au moins, montrent, en effet, que ces substances ne sont ni azotées, ni phosphorées, contrairement à la chlorophylle qui contient ces deux éléments. Dans le cas de la vigne elles sont formées par des acides-phénols colorés, cristallisables dans l'eau bouillante, et de la nature des tanins. Elles ne se confondent pas avec les matières colorantes des fruits, mais sont en rapport avec elles et paraissent servir à leur constitution ultérieure. Pour la vigne, j'ai donné à ces corps acides le nom d'*acides ampélochroïques*. La matière colorante de la feuille de la vigne-vierge, très soluble dans l'eau, difficilement cristallisable, diffère beaucoup de celle de la vigne, quoique se comportant, comme elle, à la façon d'un tanin.

Il m'a paru que les matières plus ou moins rouges qui viennent souvent colorer les feuilles d'automne proviennent de l'oxydation d'un chromo-

---

([1]) Voir ce Volume, p. 413.

([2]) Voir *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 624.

gène, produit dans ces feuilles, en trop forte proportion pour être entièrement utilisé à la formation des pigments des fruits.

Ce n'est donc pas, comme le pensaient Marquart et bien d'autres botanistes, une matière colorante unique qui colore les feuilles d'automne; ces pigments varient avec chaque espèce végétale, comme varient ceux de l'enveloppe du fruit mûr.

GÉOMÉTRIE. — *Le principe de correspondance pour une surface algébrique.* Note de M. **H.-G. Zeuthen.**

Pour le plan on a le principe de correspondance suivant :

Soit donnée dans un plan une correspondance telle : 1° qu'à un point quelconque P_1 correspondent α_2 points P_2, et à un point P_2, α_1 points P_1; et 2° que le nombre des couples de points correspondants P_1 et P_2 qui se trouvent respectivement sur deux droites l_1 et l_2 soit égal à β; alors il existera dans le plan $\alpha_1+\alpha_2+\beta$ points où deux points homologues P_1 et P_2 coïncident (1).

Nous allons chercher les modifications que ce théorème subira si l'on substitue au plan une surface algébrique φ_n.

Nous en désignerons l'ordre, le rang et la classe par n, a et n' et le nombre de ses tangentes asymptotiques qui passent par un point donné de l'espace par $\varkappa$; nous lui attribuerons une courbe double, mais aucune courbe de rebroussement. Nous garderons du reste les notations dont nous venons de nous servir dans l'énoncé du principe de correspondance du plan. Seulement β désignera à présent le nombre des couples de points correspondants P_1 et P_2 qui se trouvent, respectivement, sur deux sections planes données l_1 et l_2.

En analogie avec le principe de correspondance de Cayley-Brill pour une courbe algébrique (2), nous ne nous occuperons que des cas où les

---

(1) Théorème énoncé par Salmon dans la 2e édition de *Geometry of three dimensions*, 1865, p. 511. Dans ma démonstration de ce théorème (*Comptes rendus*, t. LXXVIII, 1874, p. 1553), j'avais égard aussi aux cas, négligés par Salmon, où, à côté de points de coïncidence isolés, il existe des courbes de coïncidence. Dans la généralisation suivante, je me bornerai, pour plus de commodité et comme Salmon, aux cas où toutes les coïncidences ont lieu en des points isolés.

(2) Le procédé dont je vais faire usage est analogue à celui dont je me suis servi autrefois pour démontrer la formule de Cayley-Brill (*Math. Ann.*, t. XL, 1891, p. 103-106).

α_2 points P_2 correspondant à un point P_1 sont déterminés par l'intersection de φ_n avec une courbe c_r de l'ordre r, qui varie avec P_1. Un certain nombre $k(\geqq 0)$ de ses points d'intersection peuvent coïncider avec P_1; les autres [1] seront les points P_2 correspondant à P_1. On aura donc

$$(1) \qquad \alpha_2 = nr - k.$$

Le lieu des courbes c_r qui appartiennent aux points P_1 d'une section plane l_1 de φ_n sera une surface ψ_s dont nous appellerons l'ordre s. La section l_1 fera k fois partie de sa courbe d'intersection avec φ_n. Elle ne rencontrera donc une autre section plane qu'en $ns - nk$ points P_2 correspondant à des points P_1 de l_1. On aura donc

$$(2) \qquad \beta = ns - nk.$$

Les k intersections des courbes c_r avec φ_n qui ont lieu en leurs points P_1 peuvent être dues, totalement ou partiellement, à des contacts; mais, sans rien altérer aux intersections avec φ_n, on peut toujours remplacer ces courbes par d'autres qui ont à leurs points P_1 des points k-uples. Alors la question de trouver les coïncidences des points P_1 et P_2 de φ_n se réduira à celle de trouver les coïncidences du point P_1 avec un des $r - k$ points P'_2 où la courbe c_r qui appartient à P_1 rencontre encore le plan tangent à φ_n en P_1. La solution de ce nouveau problème se fera par une application du principe de correspondance du plan aux projections des points P_1 et P'_2 sur un plan fixe, ou bien au dénombrement des coïncidences des droites OP_1 et OP'_2 qui servent à projeter ces points d'un point fixe O. Nous désignerons par α'_1, α'_2 et β' les nombres appartenant à cette correspondance qui figurent dans la formule de correspondance de Salmon.

On voit immédiatement que

$$(3) \qquad \alpha'_2 = n(r - k).$$

Afin de trouver α'_1, il faut chercher le nombre des points P'_2 que contient une droite quelconque d, ce qui se fait par le principe de correspondance ordinaire. Par un point M_1 de cette droite passent $k + \alpha_1$ courbes c_r, ce qu'on voit par la considération du cas particulier où M_1 se trouve sur φ_n. Les plans tangents à φ_n aux points P_1 de ces courbes c_r rencontreront la

---

[1] Il est vrai qu'une partie des intersections peuvent avoir lieu en des points fixes ou sur des courbes fixes; mais alors on peut déterminer à part et soustraire les coïncidences qui en résultent.

droite d en $k+\alpha_1$ points M_2 correspondant à M_1. Les courbes c_r qui correspondent à un point M_2 auront leur point P_1 sur la courbe de contact du cône circonscrit au sommet M_2 et rencontreront encore d. Nous désignerons par t le nombre des courbes c_r qui satisfont à ces deux conditions, nombre qui se présentera encore une fois plus loin dans notre recherche. Les coïncidences de M_1 et M_2 auront lieu, non seulement aux α'_1 points cherchés P'_2, mais aussi k fois en chacun des n points d'intersection de d avec φ_n. On trouve ainsi

$$\alpha'_1 = k + \alpha_1 + t - nk. \tag{4}$$

Les β' points P'_2 d'un plan π_2, qui correspondent à des points P_1 d'un autre plan π_1, doivent premièrement se trouver sur la courbe d'intersection du plan π_2 avec la surface ψ_s, lieu des courbes c_r dont les points P_1 se trouvent sur π_1. Soit N_1 un point de cette courbe en π_2; alors le plan tangent à φ_n au point P_1 de la courbe c_r qui passe par N_1 et se trouve sur ψ_1 rencontrera la même courbe en s points N_2 correspondant à N_1. La courbe de contact du cône circonscrit à φ_n qui a N_2 pour sommet est de l'ordre a. Elle rencontre donc la courbe d'intersection du plan π_1 en a points, dont chacun peut être pris pour point P_1 d'une courbe c_r. Chacune de ces courbes rencontrera π_2 en r points N_1. Le nombre des points N_1 correspondant à N_2 est donc égal à ar. Comme les points N_2 de notre courbe d'intersection qui correspondent à un point N_1 sont déterminés par une courbe (droite) qui ne passe pas par N_1, le nombre des coïncidences sera, selon le principe de Cayley-Brill, la somme $s+ar$ des points correspondant à un point de la courbe, regardé comme point N_1 ou N_2. k de ces coïncidences ont lieu en chacun des n points d'intersection de la surface avec la droite où les deux plans π_1 et π_2 se rencontrent. Les autres seront les β' points cherchés P'_2. Donc

$$\beta' = s + ar - kn. \tag{5}$$

Il y aura $\alpha'_1+\alpha'_2+\beta'$ coïncidences de droites correspondantes OP_1 et OP'_2; mais, en ne cherchant ici que les coïncidences de P_1 et de P'_2, nous devons soustraire de ce nombre celui des droites OP_1 qui sont tangentes à φ_n en un point P_1 et rencontrent encore la courbe c_r qui y correspond en un point P'_2. On peut déterminer ce nombre-ci en appliquant le principe de correspondance de Cayley-Brill aux arêtes du cône circonscrit à φ_n qui a le point O pour sommet. Ce cône est de l'ordre a, il a x arêtes de rebroussement, et nous appellerons son genre p_a. La courbe c_r qui appartient à un

point P_1 de la courbe de contact rencontrera encore le cône en $ra - k$ points G. A l'arête OP_1 correspondent donc $ra - k$ arêtes OQ. Soit inversement donnée l'arête OQ. Elle doit rencontrer une courbe c_r dont le point P_1 se trouve sur la courbe de contact du cône circonscrit au sommet O. Nous avons déjà désigné par t le nombre des courbes c_r qui satisfont à ces conditions; mais dans le cas actuel, où la droite OQ rencontre ladite courbe de contact, k de ces courbes coïncident avec celle qui a le point d'intersection (point de contact avec φ_n) pour point P_1, et ces k courbes ne fournissent aucune arête OP_1 correspondant à OQ. Le nombre des arêtes OP_1 correspondant à OQ est donc $t - k$. Comme encore les arêtes OQ correspondant à OP_1 sont déterminées par un cône passant déjà k fois par OP_1, le nombre des coïncidences sera

$$ra - k + t - k + 2k p_a.$$

k de ces coïncidences ont lieu en chacune des $\varkappa$ arêtes de rebroussement du cône, sans qu'aucun des α'_2 points P'_2 qui correspondent au point de contact P_1 se trouve sur OP_1. Le nombre à soustraire de $\alpha'_1 + \alpha'_2 + \beta'$ pour trouver le nombre de coïncidences de P_1 et P'_2 sera donc

$$ra - k + t - k + 2kp_a - k\varkappa.$$

Par la substitution des valeurs trouvées de α'_1, α'_2 et β' on trouve que le nombre de ces coïncidences est égal à

$$k + \alpha_1 + t - nk + n(r - k) + s + ar - nk - ra + k - t + k - 2kp_a + k\varkappa.$$

Au moyen des formules (1) et (2), on peut réduire cette expression à

$$(6) \qquad \alpha_1 + \alpha_2 + \frac{\beta}{n} - (J + 1)k,$$

où

$$J = 2p_a + 3n - \varkappa - 6,$$

ou bien, comme $2(p_a - 1) = n' + \varkappa - 2a$,

$$(7) \qquad J = n' - 2a + 3n - 4.$$

Or, le nombre de coïncidences de P_1 et P'_2 est identique à celui des coïncidences de P_1 et P_2. *L'expression* (6) *indique donc le nombre cherché des coïncidences de deux points correspondants d'une surface* s_n, caractérisée

par son ordre n et le nombre J, tandis que α_1, α_2 et β caractérisent la correspondance.

Le nombre J est le même qui figure dans une des relations qui caractérisent deux surfaces algébriques φ^n_1 et φ^n_2 dont les points se correspondent un à un. Si pour ces deux surfaces J prend les valeurs J_1 et J_2, $J_1 - J_2$ sera la différence des points fondamentaux (c'est-à-dire des points correspondant à tous les points d'une courbe) que contiennent, respectivement, φ_2 et φ_1 (1).

Pour un plan on aura $J = -1$ et l'on reviendra ainsi à la formule qui a été notre point de départ.

Pour une surface du second ordre on aura $n = a = n' = 2$ et, par conséquent, $J = \rho$. Si, conformément à la formule (2), on remplace de nouveau β par $2s - 2k$, le nombre trouvé des coïncidences sera égal à

$$\alpha_1 + \alpha_2 + s - 2k.$$

Le nombre s, qui est l'ordre de la surface, lieu des courbes c_r dont les points P_1 se trouvent sur une section plane de la surface φ_2, peut dans ce cas être décomposé en la somme $s_1 + s_2$ des surfaces, lieux des courbes c_r dont les points P_1 se trouvent sur une génératrice de l'une ou de l'autre génération. Les nombres β_1 et β_2 des couples P_1, P_2, dont les points se trouvent sur des génératrices données de générations différentes, seront déterminés alors par

$$\beta_1 = s_2 - k,$$
$$\beta_2 = s_1 - k.$$

On retrouve ainsi, pour le nombre des coïncidences de points d'une surface du second ordre, l'expression suivante

$$\alpha_1 + \alpha_2 + \beta_1 + \beta_2,$$

que j'ai donnée autrefois (2).

---

(1) J'ai énoncé ce résultat dans les *Comptes rendus*, t. LXX, 1870, et je l'ai démontré dans les *Mathematische Annalen*, t. IV, 1871, p. 37. M. Seyre a fait dépendre le nombre J de courbes non planes de la surface (*Torino Atti*, t. XXXI, 1896, p. 485), ce qui permettra ainsi une substitution analogue au terme $\frac{\beta}{n}$ de notre formule (6). Voir aussi le Mémoire de Castelnuovo et Enriques (*Annali di Matematica*, 3e série, t. VI, 1901, p. 183).

(2) *Math. Annalen*, t. XVIII, 1881, p. 37.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la pinacone succinique*,

$$(H^3C)^2 - \underset{\displaystyle OH}{\overset{}{C}} - (CH^2)^2 - \underset{\displaystyle OH}{C} - (CH^3)^2.$$

Note de M. **Louis Henry**.

Je constaterai d'abord que la *pinacone succinique*

$$(H^3C)^2 - \underset{\displaystyle OH}{C} - CH^2 - CH^2 - \underset{\displaystyle OH}{C} - (CH^3)^2$$

s'obtient, aussi aisément et avec un rendement fort avantageux, par la réaction du méthylbromure de magnésium, $H^3C \cdot Mg \cdot Br$ sur le *lévulate d'éthyle* $H^3C - CO \cdot CH^2 \cdot CH^2 \cdot CO(OC^2H^5)$. Il devait en être ainsi puisque l'éther lévulique, composé *mixte*, est intermédiaire entre les deux composés *simples* qui, par le même procédé, ont antérieurement servi à faire cette pinacone en C^8, d'abord *l'acétonylacétone*

$$H^3C - CO - CH^2 - CH^2 - CO - CH^3$$ (1)

et un peu plus tard le *succinate d'éthyle* $(CH^2)^2.(CO.OC^2H^5)^2$ (2).

Parmi les composés de ce groupe, la pinacone succinique offre un intérêt tout spécial, qu'elle tire de sa nature fonctionnelle et de sa structure moléculaire. C'est deux fois un *alcool tertiaire* et elle renferme les deux composants $-\overset{|}{\underset{|}{C}}(OH)$ dans la position γ, c'est-à-dire séparés par un système bicarboné $-C-C-$. Or, ainsi que je l'ai fait remarquer, dès 1883 (3), les composants fonctionnels, situés dans ces conditions respectives, présentent, quoique réunis dans une molécule unique, les propriétés qu'ils possèdent dans des molécules distinctes où ils existent *seuls*, toute relation d'influence modificatrice fonctionnelle cessant en général d'une manière complète à cette distance atomique. Il résulte de là que la *pinacone succinique* doit se comporter vis-à-vis des réactifs alcooliques tout autrement que les glycols *continus*, primaires et secondaires, simples ou

(1) N. Zelinsky, *Berichte*, t. XXXV, 1902, p. 2139.

(2) Amand Valeur, *Bulletin de la Société chimique de Paris*, t. XXVII, p. 1139.

(3) Voir mon Mémoire : *Sur deux types distincts d'oxydes gycoliques* aux *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXIX, 1883.

mixtes et même que la *pinacone oxalique* $(H^3C)^2-\underset{\displaystyle OH}{\overset{|}{C}}-\underset{\displaystyle OH}{\overset{|}{C}}-(CH^3)^2$, glycol bitertiaire *continu;* en fait, elle représente deux molécules de *triméthylcarbinol*

$$\begin{matrix} H^3C \\ H^3C \end{matrix}\!\!>\!C(OH)-CH^3 \quad CH^3-C(OH)\!<\!\!\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} H^3 \\ H^3 \end{matrix}\!\!>\!C(OH)-CH^2-CH^2-C(OH)\!<\!\!\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}$$

soudées en une molécule unique à la suite de l'élimination de HH des composants hydrocarbonés $-CH^3$, et elle réagit comme telle.

Voici quelques faits qui montrent bien, tout à la fois, l'intensité et la spécialité de ses aptitudes réactionnelles.

a. Action de l'acide chlorhydrique et du chlorure d'acétyle. — J'ai montré précédemment que ces deux corps sont propres à caractériser les alcools tertiaires, *simples* et à les différencier des alcools primaires et des alcools secondaires (¹). Ils réagissent sur la pinacone succinique, comme sur le triméthylcarbinol lui-même $(H^3C)^2\cdot C(OH)\cdot CH^3$.

L'acide chlorhydrique fumant ordinaire (²) la transforme, déjà à froid et très rapidement par un léger échauffement, en sa *dichlorhydrine*

$$(H^3C)^2\cdot CCl-(CH^2)^2\cdot CCl\cdot(CH^3)^2.$$

et il en est de même du chlorure d'acétyle, qui fournit en même temps de l'acide acétique libre.

Cette *dichlorhydrine* $(H^3C)^2CCl-(CH^2)^2-CCl(CH^3)^2$ constitue un corps solide incolore, cristallisant en lamelles ou en aiguilles, fusibles à 66°-67°.

Elle se dissout aisément dans l'éther et se sublime en apparence comme telle. Sous la pression ordinaire elle bout vers 180°, mais en émettant de l'acide chlorhydrique.

On y a trouvé 38,64 et 38,67 pour 100 de chlore, alors que la formule en demande 38,80 pour 100.

C'est évidemment le même corps que celui qui résulte de l'addition de HCl, en double, au *di-isocrotyle* $(H^3C)^2C=CH-CH=C(CH^3)^2$ et

---

(¹) *Comptes rendus,* t. CXLII, 15 janvier 1906, p. 129, et *Bulletin de l'Académie des Sciences de Belgique,* 1905, p. 537 et suiv.; 1906, p. 261.

(²) De 39 à 40 pour 100.

que l'on obtiendrait sans doute aussi dans les mêmes conditions, à l'aide du *di-isobuténylе* $H^2C = \underset{|}{\overset{}{C}} — CH^2 — CH^2 — \underset{|}{C} = CH^2$ (¹).
CH^3 CH^3

Je rappellerai, à cette occasion, que l'acide HCl transforme aussi la *pinacone oxalique* $(H^3C)^2 — \underset{OH}{C} — \underset{OH}{C} — (CH^3)^2$ en sa dichlorhydrine, mais dans des conditions tout autres (²).

b. Action de l'acide sulfurique étendu. — On sait que sous l'action des acides étendus, HCl, H^2SO^4 et autres, les glycols *continus* se transforment suivant le système bialcoolique qu'ils renferment en aldéhydes ou en acétones, alors que les glycols *discontinus*, tels que

$$H^3C — CH(OH) — (CH^2)^2 — CH^2(OH),$$
$$H^3C — CH(OH) — (CH^2)^3 — CH^2(OH),\ \text{etc.}\ (^3),$$

se transforment en leurs anhydrides $— \underbrace{HC — (CH^2)^n — CH^2}_{O}$.

Il en est ainsi de la pinacone succinique. Chauffée avec de l'acide sulfurique étendu, et même déjà à froid, elle se transforme aisément et rapidement en son anhydride $(H^3C)^2 \cdot \underbrace{C — CH^2 — CH^2 — C}_{O} \cdot (CH^3)^2$, l'*oxyde de tétraméthylène tétraméthylé symétrique*.

Cet *oxyde* constitue un liquide incolore, mobile, d'une agréable odeur, insoluble et moins dense que l'eau qu'il surnage. Il bout sous la pression ordinaire à 116°-117° (⁴).

(¹) S. Pogorzelsky, *Chemisches Centralblatt*, t. I, 1899, p. 773.

(²) Kondakow, *Journal für praktische Chemie*, t. LXII, 1900, p. 169.

(³) Lipp, *Berichte*, t. XVIII, 1885, p. 3283, et t. XXII, 1889, p. 2567, ainsi que Perkin et Freer, Perkin et Colman, *Chemical Society*, t. LI et LIII.

(⁴) Cet oxyde est le composé qu'a obtenu précédemment Pagorzelsky (Mémoire cité plus haut) par l'action de l'acide sulfurique étendu sur le *di-isocrotyle*

$$(CH^3)^2 \cdot C = CH — CH = C \cdot (CH^3)^2$$

et son isomère le *di-isobuténylе*

$$CH^2 = \underset{CH^3}{C} — CH^2 — CH^2 — \underset{CH^3}{C} = CH^2.$$

C'est la réaction qui a fourni autrefois, à l'aide du *diallyle*

$$CH^2 = CH — CH^2 — CH^2 — CH = CH^2,$$

Cet oxyde bitertiaire en C^8 s'ajoute au brome, en formant un corps solide, incolore, sans doute par l'oxygène du système $>\underbrace{C\ldots C}_{O}<$ tétra ou hexavalent. Mais, ce qui le caractérise particulièrement, c'est l'action qu'il subit de la part de l'acide chlorhydrique.

On sait avec quelle intensité les oxydes $\underbrace{C - C}_{O}$ des *glycols continus* s'ajoutent à l'acide chlorhydrique, soit gazeux, soit même dissous dans l'eau, en se transformant en des chlorhydrines $(HO)C - Cl -$. Si elle n'a pas disparu totalement dans les oxydes des glycols discontinus $\underbrace{-C-(C)^n-C-}_{O}$, *primaires et secondaires*, cette addition ne se réalise que difficilement, sous l'action de la chaleur en tout cas; l'acide HCl aq. fumant ordinaire est inerte sur ces composés à froid. Ceux-ci se comportent, dans ces conditions, comme les éthers simples et les éthers mixtes des alcools primaires et des alcools secondaires (¹). Cette incapacité, ou tout au moins cette difficulté extrême d'addition, s'observe d'une manière instructive dans le dérivé oxyde bisecondaire correspondant à cet oxyde en C^8, à savoir le soi-disant *oxyde de diallyle* de Wurtz et Jekyll :

$$CH^3 - \underbrace{CH - CH^2 - CH^2 - CH}_{O} - CH^3. \quad \text{Eb. } 93^\circ.$$

(Voir ma Note des *Annales* citée plus haut.)

En sa qualité de dérivé bitertiaire $>\underbrace{C\ldots\ldots C}_{O}<$, l'oxyde de la pinacone

---

l'oxyde correspondant bisecondaire

$$CH^3 - \underbrace{CH - (CH^2)^2 - CH}_{O} - CH^3. \quad \text{Eb. } 93^\circ.$$

(¹) Avec les éthers mixtes des alcools *tertiaires*, tels que $CH^3 - O - C(CH^3)^3$, $C^2H^5 - O - C(CH^3)^3$, l'acide HCl fournit, comme l'on sait, un alcool $CH^3(OH)$, $C^2H^5(OH)$ et l'éther chlorhydrique tertiaire $ClC\cdot(CH^3)^3$ (Mamontoff).

C'est aussi de même que se comporte l'oxyde d'isobutylène $H^2\underbrace{C - C}_{O}(CH^3)^3$, qui, contrairement aux autres oxydes non tertiaires, fournit la chlorhydrine isobutylénique $(H^3C)^3 - CCl - CH^2(OH)$. Voir ma Note, *Comptes rendus*, t. CLXII, p. 493, et le Mémoire de M. Michael, *Sur les chlorhydrines isobutyléniques isomères*, etc. (*Journal für praktische Chemie*, t. LXIV, 1901, p. 104).

succinique $(H^3C)\cdot\underbrace{C - (CH^2)^2 - C}_{O} - (CH^3)^2$ s'ajoute au contraire très facilement à l'acide chlorhydrique ou, plus exactement, en subit l'action éthérifiante d'une manière complète. Déjà à froid, et très rapidement sous l'action d'un léger échauffement, l'acide chlorhydrique fumant ordinaire le transforme en la dichlorhydrine

$$(H^3C)^2\cdot \underset{\mathrm{Cl}}{\underset{|}{C}} - (CH^2)^2 - \underset{\mathrm{Cl}}{\underset{|}{C}}\cdot(CH^3)^2;$$

fusion à 66°-67°, la même, je n'en puis douter, qu'il fournit avec la pinacone succinique elle-même.

c. Action de la chaleur. Distillation sèche. — La caléfaction fait subir, entre autres actions, à la pinacone succinique une déshydratation partielle avec formation d'une soudure éthylénique, sans doute $> C = CH -$. Il en résulte un *alcool tertiaire* non saturé auquel on peut assigner la formule

$$(H^3C)\cdot C = CH - CH^2 - \underset{\mathrm{CH}}{\underset{|}{C}}\cdot(CH^3)^2.$$

Cet alcool constitue un liquide incolore, mobile, d'une odeur pénétrante, agréable et fort délicate. Il est insoluble dans l'eau qu'il surnage et bout, sous la pression ordinaire, vers 165°. Il se combine vivement au brome. Le chlorure d'acétyle met bien en évidence sa nature d'alcool tertiaire : il s'y dissout d'abord et peu après le transforme en son *chlorure*, en même temps qu'il se forme de l'acide acétique libre.

L'étude de la pinacone succinique sera reprise dans mon laboratoire dès que je serai en possession d'une nouvelle quantité de ce corps.

Je tiens, dès à présent, à constater toute la part qui revient dans la partie expérimentale de cette recherche à mon assistant, M. Aug. de Wael.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la nature du sucre virtuel du sang.* Note de MM. **R. Lépine** et **Boulud**.

Nous avons plusieurs fois entretenu l'Académie du sucre virtuel du sang. Nous désignons ainsi une, ou plutôt diverses combinaisons, dans lesquelles du glycose, complètement dissimulé, est cependant susceptible de se dégager d'une manière plus ou moins rapide ([1]). Ce qui tend à faire admettre

([1]) Nous rappelons que l'on peut très souvent constater dans le sang de la caro-

que ces combinaisons sont de diverses sortes, c'est que, suivant le mode de traitement auquel est soumis le sang au sortir du vaisseau, les quantités de sucre réducteur qui se dégagent sont bien différentes :

Si l'on fait tomber du sang par une canule bifurquée d'une part dans du nitrate acide de mercure et d'autre part dans un ballon vide, immergé dans de l'eau à 60° pour empêcher la glycolyse et qu'une heure plus tard on traite ce second échantillon comme le premier, par le nitrate acide de mercure, on constate en général qu'il renferme un peu plus de sucre. C'est ce que l'un de nous a vu, il y a quinze ans, avec M. Barral (*C. R.*, 1891, 25 mai et 22 juin). Si, au lieu de faire tomber le sang dans un ballon vide, on le laisse couler dans 9 parties d'eau à 59°-60°, on a généralement une augmentation de sucre beaucoup plus considérable :

(Dans toutes les expériences ci-après on a pris du sang *artériel*.)

CHIEN 2573, intoxiqué avec une très faible dose de nicotine :

	POUVOIR RÉDUCTEUR. *Avant.*	*Après.*
	Chauffage de l'extrait de sang (en présence de l'acide tartrique).	
Sang traité immédiatement...........	g 1,48	g 1,76
Même sang dans un ballon vide à 60°..	1,56	1,80
Même sang dans un ballon avec eau à 60°.	1,76	2,00

Ainsi, le pouvoir réducteur avant et après le chauffage avec l'acide tartrique a augmenté notablement, soit dans le ballon vide, soit surtout dans le ballon renfermant de l'eau chaude [1].

MÊME CHIEN, intoxiqué davantage :

Sang traité immédiatement...............	1g,52	1g,64
Même sang dans un ballon avec eau à 60°...	1g,72	2g,29

Ici, l'augmentation est colossale : 2g,29 — 1g,64 = 0g,65.

---

tide, par rapport à celui du ventricule droit, un excès, d'au moins 0g,10 pour 1000, de sucre réducteur et dextrogyre. Il est peu vraisemblable que, pendant les quelques secondes que dure le passage du sang à travers les capillaires du poumon, il se forme une quantité relativement aussi considérable de sucre ; il est plus naturel de supposer que, simplement dissimulée, elle est devenue *apparente* (*C. R.*, 1903, 21 septembre et 2 novembre).

(1) La température n'agit qu'en empêchant la glycolyse : l'augmentation de sucre se produit aussi dans le sang recueilli dans un tube plongé dans la glace ; seulement, dans ce cas, la glycolyse s'exerce davantage.

CHIEN 2578, 2 heures 30 minutes après une infusion intra-veineuse de 30^{cm^3} par kilogramme d'eau salée à 7 pour 1000 :

Sang traité immédiatement...............	0g,66	0g,74
Même sang dans un ballon avec eau à 60°..	0g,76	1g,08

L'augmentation est ici de 1g,08 — 0g,74 = 0g,34.

CHIEN 2605, ayant servi à plusieurs expériences et ayant eu, la veille, une hémorragie :

Sang traité immédiatement...............	0g,68	1g,04
Même sang dans un ballon avec eau à 60°...	1g,28	1g,34

CHIEN 2606, ayant ingéré une substance végétale légèrement toxique :

Sang traité immédiatement...............	0g,80	0g,92
Même sang dans un ballon avec eau à 60°..	0g,92	1g,18

MÊME CHIEN, après une dose plus forte :

Sang traité immédiatement...............	0g,64	0g,64
Même sang dans un ballon avec eau à 60°..	1g,06	1g,18

Augmentation considérable : 1g,18 — 0g,64 = 0g,54.

CHIEN 2604, ayant ingéré une forte dose de *suc* de pancréas :

Sang traité immédiatement...............	0g,74	0g,78
Même sang dans un ballon avec eau à 60°..	0g,88	1g,28

Ici encore, augmentation énorme. De telles augmentations sont d'ailleurs exceptionnelles. Quelquefois, au contraire, l'eau à 60° donne une perte de sucre. Nous l'expliquons par le fait que si, à l'état normal, la glycolyse est abolie dans le sang à la température de 58°-60°, il n'en est plus de même dans certains cas pathologiques : on sait que Mme Sieber a trouvé, dans la fibrine du sang de chevaux immunisés, trois ferments glycolytiques, dont deux résistent à des températures supérieures à 60°.

Dans quelques cas, avec de l'eau, à la même température, mais fortement salée, on obtient plus de sucre qu'avec l'eau ordinaire, probablement à cause de l'action du chlorure de sodium sur les globulines du sang (1).

(1) Le plus souvent, avec de l'eau fortement salée, on constate une perte *après le chauffage*. Nous l'expliquons par la formation d'acide chlorhydrique aux dépens du chlorure de sodium, pendant le chauffage à 120°, en présence de l'acide tartrique. Nous avons en effet constaté, il y a déjà longtemps, dans des expériences comparatives, que le chauffage avec l'acide chlorhydrique détruit souvent du sucre. C'est pour ce motif que nous l'avons remplacé par l'acide tartrique (*Comptes rendus*, 1903, 2 novembre).

Dans un très grand nombre d'expériences nous avons, au bout de 15 minutes, retiré du bain-marie le ballon renfermant le mélange d'eau et de sang, et, après l'avoir légèrement refroidi, nous y avons ajouté de l'émulsine dans la proportion de 1g pour 100 de sang (ou de 1000 du mélange); on le traite 45 minutes plus tard par le nitrate acide de mercure. Le plus souvent le sucre est beaucoup plus abondant que dans le sang initial, et même que dans le mélange de sang et d'eau à 60°. Cette augmentation permet de supposer que la combinaison dans laquelle le sucre se trouvait dissimulé était un glycoside.

Chien 2602 ayant une plaie infectée :

Sang traité immédiatement................	0,84	0,84
Même sang dans un ballon avec eau à 60°...	0,90	1,00
Même sang dans un ballon avec émulsine...	1,04	1,12

Chien 2601 ayant ingéré du suc de foie :

Sang traité immédiatement................	0,68	0,68
Même sang dans un ballon avec eau à 60°....	0,78	0,84
Même sang dans un ballon avec émulsine...	0,90	1,02

Même chien, le soir du même jour :

Sang traité immédiatement...............	0,76	0,78
Même sang dans un ballon avec eau à 60°...	0,90	0,94
Même sang dans un ballon avec émulsine ...	1,00	1,08

Chien 2600, après l'ingestion de la substance végétale employée chez le chien 2606 :

Sang traité immédiatement...............	0,58	0,60
Même sang dans un ballon avec eau à 60°....	0,66	0,72
Même sang dans un ballon avec émulsine....	0,80	0,88

Chien 2579, ayant reçu un coup de maillet sur le crâne quelques heures auparavant :

Sang traité immédiatement................	1,00	1,08
Même sang dans un ballon avec eau à 60°...	1,22	1,22
Même sang dans un ballon avec émulsine ...	1,45	1,45

Chien 2580, ayant reçu 2 heures auparavant, par injection sous-cutanée, 0g,33 par kilogramme de phloridzine dissoute dans de l'alcool :

Sang traité immédiatement................	0,34	0,34
Même sang dans un ballon avec eau à 60°....	0,48	0,68
Même sang dans un ballon avec émulsine....	0,74	0,82

Dans ce cas, l'augmentation de sucre est relativement très forte : 0,82 — 0,34 = 0,48, ce qui fait *plus* de 140 pour 100 de sucre initial. Nous avons déjà fait remarquer (*Comptes rendus*, 19 septembre 1904) que la phloridzine fait dégager beaucoup de sucre de la combinaison dans laquelle il est dissimulé (1).

Nous avons aussi, dans un certain nombre d'expériences, employé l'invertine, exactement dans les mêmes conditions que l'émulsine et presque toujours nous avons obtenu, avec la première, une plus grande quantité de sucre.

Chien 2605, légèrement intoxiqué avec la substance végétale précédemment employée chez les chiens 2606 et 2600.

Sang traité immédiatement	0,86	0,86
Même sang dans un ballon avec eau à 60°	0,90	0,90
Même sang dans un ballon avec émulsine	1,10	1,10
Même sang dans un ballon avec invertine	1,06	1,14

On remarquera que, dans ce cas, c'est seulement avec l'invertine qu'on a eu une augmentation par le chauffage de l'extrait de sang. Dans d'autres expériences nous avons également remarqué que c'est avec elle seulement qu'il s'est produit une conjugaison glycuronique décomposable à 120°, tandis qu'avec l'émulsine le sucre dégagé après le chauffage n'est qu'en faible proportion. — S'il en est différemment avec l'invertine, c'est probablement à cause du caractère glycosidique de ces conjugaisons glycuroniques. En effet, l'émulsine dédouble plus spécialement les glycosides, tandis que l'invertine, sans être inactive vis-à-vis d'eux, agit plutôt sur les polysaccharides.

En terminant, nous insistons sur le fait que, soit avec l'émulsine, soit même avec l'invertine, l'augmentation du sucre n'est pas *constante* : dans quelques expériences nous avons noté une perte, surtout avec l'émulsine, comme si, dans certaines conditions inconnues, ces ferments avaient le pouvoir d'exciter la glycolyse anomale qui, parfois, se produit aux températures supérieures à 58°.

---

(1) Dans ce cas, comme dans ceux que nous avons antérieurement signalés à l'Académie relatifs à l'intoxication phloridzique, le sang de la veine rénale renfermait *au moins* 0g,20 de sucre, par litre, de plus que celui de l'artère.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel annonce la mort de M. *Etienne-Georges Sire*, Correspondant de l'Académie pour la Section de Mécanique.

M. Léon Teisserenc de Bort prie l'Académie de le compter au nombre des candidats à l'une des places vacantes dans la Section des Académiciens libres.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, l'Ouvrage suivant :

Introduction à la théorie des nombres transcendants et des propriétés arithmétiques des fonctions, par Edmond Maillet. (Présenté par M. Jordan.)

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Contribution à l'étude de l'émission calorifique du Soleil.* Note de MM. Ch. Féry et G. Millochau, présentée par M. J. Janssen.

Depuis Newton, qui utilisa un thermomètre ordinaire à l'étude de l'émission calorifique solaire, jusqu'à Ångström et son pyrhéliomètre, la plupart des instruments employés pour cette étude ont utilisé directement le faisceau solaire, sans concentration de ce faisceau, et les observateurs ont mesuré cette émission d'une façon globale.

Cependant Henry en 1845, puis Secchi, Langley et enfin W.-E. Wilson, en 1894, ont étudié les variations de la radiation à la surface solaire et dans les taches.

Certains auteurs ont déduit des divers résultats obtenus la température effective du Soleil, c'est-à-dire celle qu'aurait cet astre en supposant qu'il se comporte comme un corps noir.

Nous avons pensé qu'en utilisant le télescope pyrométrique imaginé par l'un de nous ([1]) à l'étude de l'émission solaire, on pourrait profiter des avantages que présente cet appareil, pour rechercher dans quelles conditions se produit cette émission pour les divers points du disque apparent

---

([1]) *Comptes rendus*, 28 avril 1902.

du Soleil et, la loi en étant connue, en déduire la température la plus probable des diverses parties de cet astre.

Dans ce but un télescope pyrhéliométrique spécial a été construit.

Il se compose d'un miroir en verre argenté, de 103^{mm} de diamètre et 800^{mm} de distance focale. Au foyer de ce miroir est placé un couple thermo-électrique identique à ceux employés pour les télescopes pyrométriques industriels Féry.

Derrière la pile est un prisme à réflexion totale renvoyant le faisceau venant du miroir dans un oculaire muni d'une bonnette noire mobile.

On observe dans ce télescope comme dans un télescope de Newton et l'on voit dans l'oculaire la pile formant réticule et l'image de l'objet céleste observé.

L'oculaire peut être mis au point sur le réticule et une coulisse mue par une crémaillère permet d'amener ce réticule dans le plan focal du miroir.

Le tube servant de corps au télescope est fermé par un diaphragme composé de deux cercles métalliques, l'un fixe, l'autre tournant sur le premier, les deux cercles portant chacun deux ouvertures opposées en forme de secteurs de l'angle de 90°.

On peut ainsi faire varier le faisceau reçu par l'appareil, de zéro à la moitié de la surface du miroir, et mesurer la surface utilisée au moyen d'une division graduée.

La mesure du courant produit par le couple thermo-électrique est faite au moyen d'un galvanomètre à bobine mobile, galvanomètre qui est à recommander pour les recherches du genre de celles qui ont été faites, à cause de sa construction simple et robuste et de son maniement rapide et facile.

L'Observatoire du sommet du mont Blanc était tout indiqué pour ces études; aussi fut-il décidé, avec l'assentiment de M. Janssen, que des observations seraient faites successivement à quatre stations; Meudon (altitude 150^{m}), Chamonix (1030^{m}), Grands-Mulets (3050^{m}), Observatoire Janssen (4810^{m}).

Ces observations furent de deux sortes :

1° Observations, à diverses heures de la journée, en plaçant le centre du Soleil en coïncidence avec la croisée de fils du réticule thermo-électrique;

2° Observation des effets produits par les divers points du disque solaire.

Pour ces dernières, la méthode employée a été empruntée à celle

décrite en 1868 par M. Janssen et qui lui a servi pour l'étude des protubérances sous le nom de *méthode chronométrique*.

Elle consiste à laisser l'image se mouvoir sur le réticule par l'action du mouvement diurne et à noter, à des temps marqués successifs, les déviations du galvanomètre.

Le résultat est traduit ensuite par une courbe obtenue en prenant pour abscisses les positions du réticule sur le globe solaire et pour ordonnées les déviations du galvanomètre (¹).

Les observations ont été faites les 16, 17 et 18 juillet et les 13 et 14 août à Chamonix, les 29, 30, 31 juillet, 1er et 2 août à l'Observatoire du mont Blanc et les 21 et 26 septembre à Meudon.

Les résultats obtenus permettront de déterminer la valeur de l'émission à divers points du disque et d'établir la loi de cette émission comme il avait été prévu.

Les courbes obtenues concordent avec celle construite d'après les nombres donnés par Wilson en 1894.

L'étalonnage de l'appareil, les comparaisons au laboratoire et la réduction des observations sont en cours d'exécution.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil faites à l'Observatoire de Lyon, pendant le premier trimestre de* 1906. Note de M. **J. Guillaume**, présentée par M. Mascart.

Il y a eu 43 jours d'observation pendant ce trimestre et les principaux faits qui en résultent sont les suivants :

Taches. — Le nombre des groupes de taches est peu différent de celui noté le trimestre précédent (48 au lieu de 53), mais leur surface totale a diminué de plus de moitié (4717 millionièmes au lieu de 9730).

La formation des taches a continué d'être plus active dans l'hémisphère boréal que dans l'autre hémisphère.

Il n'y a pas eu de groupes aussi importants que ceux mentionnés précédemment (*Comptes rendus*, t. CXLII, p. 560), néanmoins il y en a eu deux visibles à l'œil nu en même temps; ce sont les suivants du Tableau I :

Mars..................	21,5	à $+17^{\circ}$	de latitude
»	24,5	$+14$	»

(¹) Un galvanomètre enregistreur donnerait immédiatement cette courbe.

Le premier, qui s'est développé rapidement, n'était composé d'abord que de quelques petites taches, tandis que le deuxième était formé primitivement de deux taches jumelles qui se sont soudées.

Régions d'activité. — On a noté 92 groupes de facules avec une surface totale de 107,1 millièmes, au lieu de 71 groupes et 98,0 millièmes.

Leur répartition entre les deux hémisphères est de 39 au lieu de 30 au sud de l'équateur et de 53 au lieu de 41 au nord.

TABLEAU I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'obser-vations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Janvier. — 0,00.			
27- 4	5	1,3	−7		437
4	1	8,9		+9	55
13	1	10,2		+12	23
16-17	2	12,9	−12		3
11-16	4	13,8		+11	8
11-19	6	14,5		+8	284
13-17	4	18,4		+18	10
26	1	22,3	−19		4
23-30	4	24,5	−10		468
23-28	3	24,7		+12	51
23	1	25,7		+5	14
23-28	3	26,3	−10		28
23- 1	6	26,8		+16	54
23- 1	6	28,0	−6		74
31- 1	2	30,3		+9	34
	13 j.		−14°,0	+11°,1	
		Février. — 0,00.			
26- 1	5	1,0		+18	490
6	1	3,6	−27		8
6	1	6,4	−23		3
6	1	8,6	−16		3
6-15	5	10,6		+9	111
6	1	11,0	−8		16
20	1	19,0	−6		5
14-26	6	20,3	−10		102
20-28	4	22,7		+15	175
22-26	2	22,8	−12		28
		Février (suite.)			
28	1	24,7	−6		6
28- 3	2	26,2		+13	55
	11 j.		−13°,5	+13°,8	
		Mars. — 0,00.			
28	1	3,6		+10	7
7- 9	2	6,8		+21	10
3-10	7	7,6	−14		47
9-15	4	10,1		+20	224
9-16	5	11,5	−5		51
6-17	8	12,4		+5	225
9	1	13,8		+8	8
15-19	4	14,2		+23	48
19-24	4	18,8	−29		32
15-17	3	20,4	−8		7
16-27	7	21,5		+17	293
19-24	4	21,8	−15		112
17-27	6	23,0	−7		97
24-27	2	24,8	−10		17
19-30	7	24,5		+14	569
19-24	4	25,6		+16	144
20-31	7	26,9	−8		113
30-31	2	27,2		+8	16
27-31	4	29,0	−16		78
29- 3	5	29,5		+12	59
31- 3	3	30,5		+8	11
	19 j.		−12°,4	+13°,5	

TABLEAU II. — *Distribution des taches en latitude.*

1906.	Sud 90°-40°	Sud 40°-30°	Sud 30°-20°	Sud 20°-10°	Sud 10°-0°	Sud Somme.	Nord Somme.	Nord 0°-10°	Nord 10°-20°	Nord 20°-30°	Nord 30°-40°	Nord 40°-90°	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Janvier	»	»	»	2	4	6	9	4	5	»	»	»	15	1547
Février	»	»	2	2	4	8	4	1	3	»	»	»	12	1002
Mars	»	»	1	3	5	9	12	5	5	2	»	»	21	2168
Totaux	»	»	3	7	13	23	25	10	13	2	»	»	48	4717

TABLEAU III. — *Distribution des facules en latitude.*

1906.	Sud. 90°.	40°.	30°.	20°.	10°.	0°.	Somme.	Somme.	Nord. 0°.	10°.	20°.	30°.	40°.	90°.	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Janvier	»	»	5	6	2		13	19	4	11	4	»	»		32	34,0
Février	»	2	4	4	6		16	15	2	12	1	»	»		31	30,7
Mars	»	»	1	4	5		10	19	4	10	5	»	»		29	42,4
Totaux ...	»	2	10	14	13		39	53	10	33	10	»	»		92	107,1

ASTRONOMIE. — *Observation de l'éclipse totale de Lune du 4 août 1906 et remarques au sujet d'un grain à Phu-Lien (Indo-Chine).* Note de M. **G. Le Cadet**, présentée par M. Mascart.

L'éclipse totale de Lune du 4 août, invisible à Paris, a été visible au Tonkin, où je l'ai observée à l'Observatoire central de l'Indo-Chine.

Cet observatoire, essentiellement météorologique, est sis à Phu-Lien (province de Kien-An), à 10^{km} environ au sud-ouest d'Haïphong, au sommet d'une colline isolée au-dessus des rizières du Delta, à 113^{m} d'altitude.

Les coordonnées géographiques du pilier de la petite lunette méridienne, déterminées par les officiers du Service géographique de l'Indo-Chine, sont :

Longitude Est de Paris .... $104°17'18'' = 6^h57^m9,2$
Latitude Nord .... $20°48'22''$

La lunette dont je me suis servi était installée $2'',9$ plus à l'est. Elle a $0^m,075$ d'ouverture, $1^m,30$ de distance focale et un champ de $35'$ avec l'oculaire employé.

Le 4 août, la Lune s'est levée dans les nuages et ne s'en est complètement dégagée qu'au moment où l'ombre atteignait le voisinage de la mer des Crises.

J'ai noté les phénomènes suivants, en temps moyen de Phu-Lien (heure légale de l'Indo-Chine) :

	h m s
Mer des Crises. 1er *contact de l'ombre*	7. 7. 9
» 2e *contact de l'ombre*	7.12,25
Commencement de la totalité	7.15.49

Ce contact de l'ombre avec le disque lunaire a eu lieu vers la pointe septentrionale du cratère Néper.

J'ai noté en outre l'immersion de deux étoiles de 8e grandeur de la Constellation du Capricorne, que je n'ai pas eu les moyens d'identifier :

⋆ *a*.	Immersion................................	7^h35^m 7,1
⋆ *b*.	»	$7^h54^m29,3$

Pendant la totalité le disque lunaire est resté entièrement visible, sauf pendant les premiers instants, sur une faible portion est du limbe.

L'ombre était inégalement répartie, mais elle présentait une *teinte générale rouge*, comparable à celle d'un *reflet d'incendie*. Cette teinte était vive dans la portion Sud du limbe dont on apercevait les détails superficiels; elle était plus jaunâtre et sur une portion plus étroite, à l'Ouest. Une zone sombre, ne laissant voir aucun détail, enveloppait toutes les mers et l'Océan des Tempêtes. La portion Est de cette zone s'éclaircit dans la deuxième heure de la totalité et apparut le plus sombre sur les mers du Nectar, de la Fécondité et de la Tranquillité.

Pendant ce temps, les nuages envahissaient le ciel et c'est dans une courte éclaircie que j'ai noté la *fin de la totalité* à $8^h57^m13^s$.

Je n'eus pas le temps d'identifier le point Est du disque lunaire qui surgissait de l'ombre, ni d'observer l'occultation d'une étoile de 6e grandeur qui côtoyait le limbe au Nord-Est. Presque aussitôt le ciel se couvrit complètement.

Un ruban de grain de plus de 100^{km} de longueur, à peu près parallèle à la côte, traversa la région de l'Ouest-Sud-Ouest à l'Est-Nord-Est, accompagné de violentes rafales, de pluie abondante et *suivi*, plutôt qu'accompagné, d'intenses manifestations électriques. Le passage de cette vague atmosphérique s'est traduit par une hausse générale de 1^{mm} et des oscillations brusques de $0^{mm},5$ de la pression. La poussée antérieure du grain s'est manifestée par une surpression de $0^{mm},5$ en 5 minutes; le vent restant Sud-Sud-Est faible et s'affaiblissant même. La baisse rapide de $0^{mm},2$ qui lui a succédé a correspondu avec la rotation du vent, qui s'est mis brusquement à souffler de l'Ouest-Nord-Ouest avec une vitesse de 50^m à la seconde, tandis que la température s'abaissait de 6°. Chaque accroissement de l'intensité de la pluie était accompagné d'une surpression qui cessait avec lui.

A la suite de ce grain et pendant plusieurs heures, le baromètre a subi une série d'oscillations, d'amplitudes décroissantes, accompagnées de vents faibles et variables et de variations concomitantes rapides de la température et de l'humidité.

Cette suite de vagues atmosphériques s'est présentée de même après les

grains, d'intensité décroissante, qui ont traversé la région, aux mêmes heures, le 5, le 9 et le 10 août.

CHIMIE. — *Sur la liquéfaction des empois de fecule et de grains.* Note de M. A. **Boidin**, présentée par M. Henri Moissan.

La Communication faite le 27 août 1906 à l'Académie des Sciences par MM. Fernbach et Wolff m'amène à rappeler que, dès juillet 1905, j'ai fait connaître l'influence des phosphates sur la viscosité des empois de fécule et de matières amylacées.

Dans une Note publiée dans le *Bulletin de l'Association des Chimistes de Sucrerie et de Distillerie de France,* t. XXII, p. 112, j'ai fait remarquer :

« 1° Que, tandis que l'empois additionné de PO^4K^2H est encore visqueux après un chauffage de 3 heures à 4^{atm}, celui fait avec de l'eau seule ou avec le phosphate acide de potasse est fluide comme de l'eau et filtre aussi vite que l'eau;

» 2° Que c'est à la présence du phosphate bipotassique contenu dans les grains qu'est due la prise en masse des empois de grains au sortir des appareils de cuisson sous pression utilisés en distillerie;

» 3° Que, si l'on traite les grains moulus, maïs, riz, par de l'eau, de façon à éliminer les phosphates et que l'on cuise sous pression la farine lavée, on obtient un moût fluide et cela sans addition d'aucun acide;

» 4° Que la soude agit sur la fécule comme le phosphate disodique en quantité chimiquement équivalente. »

La continuation de cette étude m'a permis d'établir, en outre, les conclusions suivantes :

1° Le phosphate de magnésie rend les empois visqueux comme les phosphates bipotassique et bisodique, mais, tandis que ces derniers provoquent la caramélisation des solutions, le phosphate de magnésie donne à chaud des empois incolores qui se figent par refroidissement si l'on opère sur des empois concentrés.

2° Le phosphate tribasique de chaux ne donne pas d'empois visqueux, mais, au contraire, la fécule purifiée chauffée en présence du sulfate de chaux donne un liquide très fluide composé de dextrines et de sucre. J'ai obtenu, dans un essai fait en présence de phosphate de chaux, la conversion en glucose de 33 pour 100 de la fécule.

3° Si l'on cuit la fécule purifiée avec du phosphate bipotassique et de l'eau distillée, on obtient au contraire une solution visqueuse ne renfermant pas trace de sucre réducteur.

4° Si l'on transforme les phosphates bialcalins contenus dans les grains en phosphate de chaux par addition de chlorure de calcium, l'empois obtenu après cuisson de ces grains est fluide. Il en est de même avec la fécule.

5° Si l'on ajoute au phosphate bipotassique la quantité d'acide nécessaire pour le transformer en phosphate monopotassique, on obtient une solution limpide et mobile.

6° Le phosphate disodique ne produit plus la prise en masse des empois concentrés préparés avec la fécule purifiée et l'eau quand on ajoute au mélange un corps susceptible de se combiner avec la molécule de soude que le phosphate disodique paraît mettre en liberté à la température de 135° C. (1).

J'ai appliqué ces données depuis plusieurs années à l'industrie de la distillerie. Les matières amylacées sont cuites avec la quantité d'acide nécessaire pour convertir les phosphates alcalins polybasiques en phosphates monobasiques et l'empois fluide ainsi obtenu est saccharifié par addition d'une faible quantité de mucédinée saccharifiante. Comme cet empois est encore, malgré l'addition d'acide, alcalin à l'alizarine sulfoconjuguée et au méthylorange, il est saccharifiable sans addition d'alcali. J'ai en effet constaté que l'amylase cesse d'agir sur l'amidon dès que le liquide devient à peine acide à l'alizarine.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la recherche des falsifications du beurre, à l'aide de la graisse de coco et de l'oléo-margarine.* Note de M. LUCIEN ROBIN, présentée par M. A. Haller.

Les acides gras du beurre de coco sont presque totalement solubles dans l'alcool à 60° environ, et à la température de 15°, tandis que ceux du

(1) A 135° C. une molécule de phosphate bipotassique détruit autant de glucose qu'une molécule de soude.

L'alcalinité du phosphate disodique vis-à-vis de la phtaléine varie avec la température (BOIDIN, *Bulletin de l'Association des Chimistes de Sucrerie et Distillerie de France*, t. XXII, p. 112.)

Une macération aqueuse de grains additionnée de chlorhydrate d'ammoniaque donne de l'ammoniaque à l'ébullition (BOIDIN et WOUSSEN, *Bulletin de l'Association des Chimistes de Sucrerie et Distillerie de France*, t. XXII, p. 321).

beurre pur ne le sont que partiellement et ceux de la margarine très peu [1].

D'autre part, on sait aussi que la proportion d'acides gras solubles dans l'eau est plus considérable dans le beurre pur que dans le coco et la margarine.

Si l'on ajoute à ces caractères celui bien spécial au beurre de coco, lequel est de renfermer une quantité d'acides gras solubles dans l'alcool à 60°, mais insolubles dans l'eau, très supérieure à celles que contiennent le beurre pur et la margarine, on peut présumer qu'il serait possible d'établir un mode de recherches des falsifications du beurre par la graisse de coco ou la margarine, ou même par un mélange de ces deux produits; mais il fallait, pour que ces recherches soient pratiques, trouver une méthode simple, conduisant vite et facilement à des résultats convenables.

C'est cette méthode que je vais très succinctement indiquer dans ses grandes lignes, la préparation des liqueurs qu'elle exige ainsi que les détails étant réservés pour être décrits ultérieurement.

Mode opératoire. — 5^g de beurre fondu et filtré sont pesés dans un ballon jaugé à 150^{cm^3} et additionnés de 25^{cm^3} d'une liqueur alcoolique de potasse pure; on fait bouillir doucement pendant 5 minutes, au réfrigérant ascendant et, après avoir laissé refroidir un peu, on ajoute de l'eau distillée en quantité suffisante pour amener au titre alcoolique de 56°,5 environ.

Dans un second ballon (non jaugé) on fait un essai à blanc, avec 25^{cm^3} de la même solution alcoolique de potasse. L'excès d'alcali est ensuite titré dans chacun des ballons, avec une liqueur alcoolique demi-normale d'acide chlorhydrique établie de telle sorte qu'elle titre environ 56°,5 alcoométriques. (Cette liqueur se conserve très bien.)

La différence entre les deux volumes de liqueur chlorhydrique utilisée indique celui qu'il faudra verser dans le ballon de 150^{cm^3} pour libérer les acides gras du savon formé.

Cette quantité de liqueur chlorhydrique étant versée, on complète à 150^{cm^3} avec de l'alcool à 56°,5, on bouche le ballon et l'on met à refroidir dans une cuve à courant d'eau froide jusqu'à ce que la température atteigne 15°, à 1° près.

On agite doucement et l'on filtre, ce qui se fait très vite et parfaitement.

Essai de la liqueur filtrée. — 1° Sur 50^{cm^3} on détermine l'acidité avec la potasse décinormale et la phtaléine du phénol et l'on exprime en centimètres cubes de liqueur de potasse, pour 1^g de beurre, c'est ce qui représente *les acides solubles dans l'alcool à* 56°,5.

2° 50^{cm^3} sont mis dans un bécherglas et évaporés au bain-marie jusqu'à réduction du volume à 15^{cm^3}. Les acides insolubles dans l'eau sont recueillis sur un petit filtre sans

---

(1) L. VANDAM, *Annales de Chimie analytique*, juillet 1901.

plis et mouillé, puis lavés 4 fois avec de l'eau chaude; ils sont ensuite dissous avec un mélange de deux parties d'alcool à 95° pour une partie d'éther sulfurique.

L'acidité du liquide éthéro-alcoolique est déterminée et exprimée comme ci-dessus (le virage s'observe facilement); elle représente *les acides insolubles dans l'eau, mais solubles dans l'alcool à* 56°,5.

3° *Les acides solubles dans l'eau* auront, pour les représenter, la différence entre les deux volumes de liqueur de potasse qui correspondent au soluble dans l'alcool et à l'insoluble dans l'eau.

J'ai effectué un grand nombre d'essais dans ces conditions, sur des beurres purs, sur de la graisse de coco et sur de la margarine; en voici le résumé :

	Soluble alcool.	Insoluble eau.	Soluble eau.	Rapport : $\frac{\text{insoluble eau}}{\text{soluble eau}} \times 10$.
Beurre pur. maximum....	14,83	8,31	6,66	12,7
Beurre pur. minimum....	11,67	5,51	5,92	8,3
Margarine................	2,67	2,56	0,11	232,7
Coco alimentaire..........	46,69	44,71	1,98	225,9

Les mêmes beurres purs ont été ensuite essayés après qu'ils eurent reçu une addition de coco ou de margarine, ou du mélange de ces derniers, dans des proportions variant de 5 à 14 pour 100.

Les résultats que j'ai obtenus ont été ce que l'examen du Tableau ci-dessus permet de prévoir et les fraudes décelées.

Comme je crois que la méthode que je propose est susceptible de rendre quelque service, je poursuis l'essai de tous les beurres purs que je puis me procurer, afin d'être muni d'assez de documents pour établir des bases d'appréciation et ensuite les chiffres sur lesquels il conviendrait de s'appuyer, pour évaluer la proportion de matière grasse étrangère.

Remarque. — Les chiffres que donne mon mode opératoire ne représentent pas la quantité exacte des acides gras de chaque groupe, puisque je ne tiens pas compte du volume qu'occupent les acides gras dans le ballon de 150$^{cm^3}$, et qui n'étant pas solubles dans l'alcool à 56°,5 sont en émulsion; cela en l'espèce est sans importance, puisqu'il suffit d'opérer dans les conditions très simples indiquées, pour obtenir des résultats comparables.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur les complexes de l'albumine pure.* Note de M. **André Mayer**, présentée par M. Dastre.

I. L'*ovalbumine pure* dont il est question dans cette Note est obtenue de la façon suivante : le blanc d'œuf est étendu de six fois son volume d'eau distillée; il se fait une abondante précipitation de globulines. On filtre, et l'on soumet l'albumine recueillie à une dialyse prolongée, en sac de collodion, contre l'eau distillée. Il se fait, au bout de 24 à 48 heures, une nouvelle précipitation. On filtre et l'on dialyse de nouveau. On peut ainsi obtenir facilement une albumine dont la conductivité électrique spécifique est de l'ordre de 1.10^{-5}.

Cette albumine est incoagulable par la chaleur; elle redevient coagulable si on l'additionne d'une petite quantité de sels neutres.

Elle contracte avec les électrolytes et les colloïdes des combinaisons, les unes solubles, les autres insolubles dans l'eau.

II. *Complexes solubles de l'albumine pure.* — L'ovalbumine pure est capable de dissimuler, d'absorber une certaine quantité d'électrolyte. Pour comparer les divers électrolytes au point de vue de la manière dont ils contractent des combinaisons avec l'albumine, j'ai préparé des solutions *centinormales* des électrolytes à étudier. A 10^{cm^3} d'ovalbumine, j'ai ajouté goutte à goutte l'électrolyte, en prenant la conductivité électrique du mélange après chaque addition. Si l'on détermine de combien la conductivité a varié pour l'addition d'une même quantité d'électrolyte, on constate que, dans les limites comprises entre 1.10^{-5} et 1.10^{-4}, l'ovalbumine pure absorbe *plus d'acide* (HCl, NO^3H, SO^4H^2) *que de base* ($NaOH$, KOH) ou *de sels de bases monovalentes* ($NaCl$, KCl) et *plus de ces derniers que de sels de bases bivalentes ou d'acides biatomiques* ($MgCl^2$, $CaCl^2$, NH^4SO^4, $MgSO^4$, Na^2SO^4, K^2SO^4).

III. *Complexes insolubles de l'albumine pure.* — Si l'on ajoute à l'ovalbumine pure une certaine quantité d'un sel de métal lourd ou d'un colloïde positif, il se fait un précipité. Les complexes insolubles ainsi formés jouissent d'une importante propriété : *ils sont entièrement résolubles dans les solutions d'électrolytes dilués.*

J'ai étudié pour les complexes albumine-sulfate de zinc, albumine-azotate de zinc et albumine-fer colloïdal la quantité minima d'électrolyte nécessaire pour redissoudre le complexe. J'ai examiné à ce point de vue les acides sulfurique, azotique, chlorhydrique, acétique; les bases soude et potasse; les chlorures, sulfates et azotates de sodium, potassium, ammonium, magnésium, calcium, manganèse. Les résultats sont très constants : pour redissoudre les complexes insolubles il faut une *très petite quantité d'acide, une plus grande quantité de base, une beaucoup plus grande quantité de sel.*

Par exemple il faut que la liqueur soit

$$HCl\ N/160;\quad NaOH\ N/140;\quad NaCl\ N/30.$$

IV. *Propriétés des complexes redissous dans les solutions d'électrolytes diluées.* — 1° Après redissolution des complexes, la nouvelle solution donne un précipité par dilution ou dialyse.

2° Elle est coagulable par la chaleur. La température de coagulation varie suivant la nature de l'électrolyte employé pour faciliter la redissolution.

Par exemple, un même complexe albumine-sel de zinc coagule, s'il a été redissous par

$$HCl \text{ à } 56°,\quad NaCl \text{ à } 60°,\quad KOH \text{ à } 86°.$$

Si, à une dissolution faite au moyen d'un sel, on ajoute une petite quantité d'acide, on abaisse sa température de coagulation; de base, on l'élève.

3° Les complexes redissous sont plus précipitables que l'albumine par les solutions concentrées de sels neutres (sulfate de magnésie).

V. *Parallélisme des propriétés des complexes de l'albumine et de celle des globulines.* — On a coutume de définir les globulines « albumines insolubles dans l'eau pure, solubles dans les solutions d'électrolytes diluées, coagulables vers 60°, précipitables par les solutions concentrées de sels neutres ».

Or, ces propriétés fondamentales *appartiennent aux complexes insolubles de l'albumine* que nous venons d'étudier et nous pourrons montrer que, suivant le complexe d'où l'on part, on peut poursuivre l'analogie jusque dans les détails. Il y a donc lieu de se demander si l'on ne doit pas considérer les globulines comme des complexes de l'albumine pure.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Action directe de la lumière sur la transformation des sucres absorbés par les plantules du* Pinus Pinea. Note de M. **W. Lubimenko**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Dans une Note précédente [1] j'ai montré que les embryons du *Pinus Pinea*, séparés préalablement de leur endosperme, sont capables d'assimiler les différents sucres à l'obscurité. En continuant mes recherches sur la germination, j'ai entrepris pendant cet été au Laboratoire de Biologie

(1) W. Lubimenko, *Influence de l'absorption des sucres sur les phénomènes de la germination des plantules* (*Comptes rendus*, t. CXLIII, 9 juillet 1906).

végétale de Fontainebleau de nouvelles séries de cultures stérilisées pour établir l'influence de la lumière sur l'assimilation des sucres par les plantules.

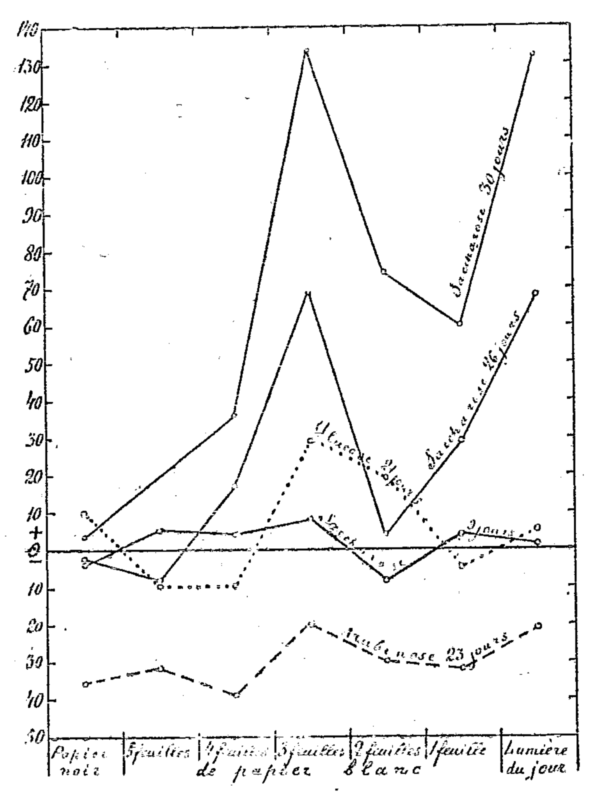
Les cultures ont été faites dans des ballons ordinaires de 300^{cm^3} de volume à peu près. J'introduis dans un ballon 5 ou 10 embryons du *Pinus Pinea*, préalablement séparés de leurs endospermes et pesés. Comme milieu nutritif j'ai employé le saccharose, en solution à 8 pour 100; le glucose, le maltose, le lactose, le galactose et l'arabinose, en solutions à 4 pour 100. Une série de cultures a été constituée au moyen de 7 ballons; le premier a été recouvert d'une cloche transparente, le deuxième d'une cloche recouverte d'une feuille de papier blanc ordinaire; pour le troisième, la cloche avait deux feuilles de papier blanc et ainsi de suite, jusqu'au sixième où cinq feuilles de papier entouraient la cloche; enfin le septième ballon était sous une cloche recouverte de papier noir. Tous les ballons ainsi installés sont exposés ensemble à la lumière diffuse du jour.

En déterminant le poids sec des plantules à la fin de l'expérience j'ai trouvé que la lumière n'exerce pas d'influence sensible sur l'assimilation du maltose, du lactose, du lévulose et du galactose. Au contraire, l'assimilation du saccharose, du glucose et de l'arabinose paraît dépendre très étroitement de l'intensité lumineuse. Les courbes ci-après donnent quelques exemples des variations de poids sec des plantules, cultivées sur ces sucres.

On voit dans les cultures sur le saccharose, pour deux expériences ayant duré respectivement 30 et 26 jours, deux valeurs maxima d'augmentation du poids sec : le premier sous la cloche, avec trois feuilles de papier blanc, et le second à la lumière du jour; le maximum sous la cloche, avec trois feuilles de papier, est bien prononcé dans les cultures sur le glucose. Avec l'arabinose, le poids sec diminue dans tous les ballons, mais sensiblement moins sous la cloche avec trois feuilles de papier et à la lumière du jour.

Pour établir l'influence possible de l'assimilation chlorophyllienne sur ces variations du poids sec, j'ai mesuré directement les échanges gazeux et j'ai trouvé que l'assimilation chlorophyllienne commence à se manifester seulement sous la cloche avec deux feuilles de papier. Si l'on ferme hermétiquement pendant quelques jours les ballons qui contiennent les plantules bien développées, c'est seulement sous la cloche transparente qu'on ne trouve pas de gaz carbonique libre dans l'atmosphère close. D'ailleurs l'intensité de l'assimilation sous les cloches recouvertes d'une ou deux feuilles de papier blanc est encore très faible, car le gaz carbonique dégagé par la respiration reste en partie libre dans l'atmosphère. Enfin, pour éliminer l'assimilation chlorophyllienne (sauf pour le gaz carbonique provenant de la respiration), j'ai fait une série de cultures sur le saccharose dans des ballons hermétiquement fermés; au bout de 9 jours, j'ai obtenu un seul maximum d'augmentation du poids sec sous la cloche avec trois

feuilles de papier blanc; le second maximum, correspondant à la cloche transparente, était supprimé.



Variations de poids sec des plantules de *Pinus Pinea* pour 100 du poids sec avant la germination. — Les ordonnées au-dessus du signe + indiquent l'augmentation du poids sec et celles au-dessous du signe — indiquent les diminutions du poids sec. Les abscisses correspondent aux intensités lumineuses de plus en plus fortes.

Il est très important de remarquer que toutes ces expériences prouvent qu'à partir d'un certain éclairement, encore peu intense, l'augmentation de lumière affaiblit de plus en plus l'assimilation des sucres.

De tout ce qui précède on peut tirer les conclusions suivantes :

1° Sous l'action d'une faible lumière les plantules du *Pinus Pinea* transforment le glucose, absorbé par elles dans le milieu nutritif, de façon à augmenter leur poids sec dans une grande proportion. On obtient un résultat analogue avec le saccharose.

2° A partir de l'obscurité, cette transformation s'accroît avec l'intensité de la lumière, mais elle présente un maximum qui correspond à une intensité lumineuse très faible, car cette intensité n'est pas encore suffisante

pour que l'appareil chlorophyllien puisse déjà commencer la décomposition du gaz carbonique.

3° A une intensité lumineuse plus forte l'assimilation des sucres s'*affaiblit;* mais en même temps commence la décomposition du gaz carbonique par l'appareil chlorophyllien, et le poids sec des plantules augmente de nouveau.

4° Cette dernière augmentation du poids sec provient de l'assimilation chlorophyllienne, et il résulte des expériences précédentes qu'on doit considérer cette augmentation de poids comme due à d'autres réactions que celles qui ont les sucres comme point de départ.

Les expériences précédentes mettent en évidence l'existence d'une nouvelle série de réactions photochimiques qui se produisent dans la cellule végétale *indépendamment de l'assimilation chlorophyllienne.* Ces résultats se rattachent aux phénomènes déjà signalés dans les intéressants travaux sur l'assimilation des matières organiques par les plantes supérieures, dus à M. J. Laurent, à M. Molliard et à M. J. Lefèvre.

ENTOMOLOGIE. — *Aperçus nouveaux, morphologiques et biologiques, sur les Diptères piqueurs du groupe des Simulies.* Note de M. E. **Roubaud**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

L'étude de la morphologie microscopique des membres, comme base de la classification des Simulies, nous a donné des résultats intéressants, que sont venus confirmer, de façon frappante, divers détails empruntés à la biologie de ces moucherons vulnérants.

Si l'on considère la forme extérieure du *deuxième article du tarse* aux *membres postérieurs,* on peut distinguer, dans l'ensemble de la famille des Simuliides, deux types principaux :

Tantôt l'article en question est relativement très allongé, linéaire (au moins chez les femelles), simple et sans trace d'incision dans toute son étendue;

Tantôt, au contraire, et c'est le cas le plus général, ce même article est court, légèrement arqué et présente, dorsalement, à sa base, une échancrure, une sorte de coupure transversale plus ou moins profonde, limitée par des lèvres garnies de poils.

Ce minime caractère d'organisation, malgré son peu d'importance apparente, doit être considéré pourtant comme fondamental : les deux

subdivisions qu'il permet d'établir d'emblée, dans une famille aussi remarquablement homogène, manifestent en effet une valeur phylogénique réelle; les Simulies à *deuxième article tarsien entier* représentent, par tout un ensemble de particularités morphologiques et biologiques, les *formes primitives* de l'évolution du groupe.

Tout d'abord le *premier article des tarses postérieurs* offre chez ces espèces une différenciation moindre, en général, que chez les types à *deuxième article incisé*. Chez ces derniers en effet, l'organe présente distalement une expansion interne en forme de palette, qui protège la base du deuxième tarsien sur une longueur en général notable. Chez les autres au contraire, l'expansion n'existe qu'à l'état d'ébauche; il faut cependant en excepter les Simulies antarctiques, dont les trois espèces connues présentent, avec un deuxième article simple, une différenciation du premier article déjà très accentuée.

De même, tandis que les griffes des femelles peuvent affecter, chez les Simulies à tarse incisé, au moins quatre types principaux dans leur forme extérieure, chez les Simulies à tarse entier, ces griffes sont le plus souvent d'une constitution uniforme, très simple. Pourtant, chez certaines espèces plus évoluées de ce groupe, et notamment chez ces mêmes Simulies du cap Horn, on observe déjà des griffes, pourvues d'un talon basilaire conique. Or, c'est là un type de structure, fréquent chez les Simulies à incision tarsienne, et qui peut être envisagé comme un indice de perfectionnement organique, en rapport avec le mode de vie; en effet, des griffes d'un type analogue s'observent chez beaucoup de Diptères Pupipares, qui sont des formes hautement adaptées à la vie parasitaire.

Mais l'examen du mode de nymphose vient ajouter à ces données diverses un appoint particulièrement concluant.

On sait que les larves des Simulies, pour la plupart des espèces, édifient au moment de la nymphose, à l'aide du mucus salivaire qu'elles sécrètent, une élégante petite coque individuelle en forme de cornet ou parfois de sabot, fixée isolément aux herbes aquatiques. Chez certaines espèces pourtant, le mode de protection des nymphes est infiniment plus grossier et plus primitif:

Or, il s'agit ici encore de Simulies à tarse indifférencié.

C'est ainsi, par exemple, que les larves de *S. hirtipes* Fries se contentent d'agglutiner avec leur salive les matériaux qu'elles rencontrent, les fixent autour d'elles et, réunies en groupes pour donner plus de solidité au travail individuel, constituent ainsi des amas informes de vase et de détritus

de toutes sortes, parfois volumineux, où sont emballées les nymphes (¹). Elles *ne savent pas encore* se façonner, *isolément*, et *avec leur seule salive*, cette case pupale si caractéristique des Simulies typiques.

Les mêmes faits se passent pour *S. pecuarum* Riley, espèce américaine qui, d'après Johannsen, élabore des cocons imparfaits garnis de vase et réunis en « Corallike aggregations » (²). Or, nous avons constaté que cette espèce appartient morphologiquement au même type que la précédente.

Il convient aussi de remarquer que les deux espèces précitées possèdent des houppes respiratoires nymphales à nombre de filaments très élevé et variable. Or ce nombre est constant et beaucoup plus réduit, chez les Simulies à case pupale parfaite; il s'abaisse même à quatre seulement, chez certaines formes européennes pourvues de griffes à talon basilaire, qu'on est en droit de considérer comme plus particulièrement évoluées (*S. aureum* Fries, par exemple).

Au surplus l'étude de la répartition géographique des Simulies à deuxième article tarsien entier fournit encore des résultats dignes d'intérêt. Toutes ces formes primitives appartiennent, d'après nos recherches, soit aux régions froides, soit aux zones d'altitude élevée, et l'extension mondiale d'une même espèce, ainsi régie par ces données climatériques, peut être considérable. C'est ainsi que *S. fulvum* Coq., de l'Alaska, se rencontre également en Russie. De même, *S. hirtipes* Fries, des montagnes de l'Europe, se trouve dans l'Amérique du Nord froide ou montagneuse, et même dans les Alpes de Nikko, du Nippon moyen (³). Jusqu'à présent au contraire, dans les régions chaudes, équatoriales et tropicales, du globe, nous n'avons aucune notion relative à l'existence de Simulies de ce groupe.

Pour conclure, il nous paraît indiqué d'appliquer ces données diverses à l'établissement des bases de la systématique rationnelle des Simulies. Nous détacherons donc de l'ancien genre unique *Simulium* de Latreille deux sous-genres nouveaux, que nous caractériserons comme suit :

Le deuxième article des tarses postérieurs dans les deux sexes, allongé, linéaire, sans échancrure basilaire. Cases pupales agrégées, imparfaites. Un très grand nombre de filaments nymphaux .... S.G.I.	*Pro-Simulium* E. Roubaud.
Le deuxième article des tarses postérieurs court, arqué, échancré dorsalement à sa base, dans les deux sexes. Cases pupales solitaires, parfaites. Filaments nymphaux en général peu nombreux .... S.G.II.	*Eu-Simulium* E. Roubaud.

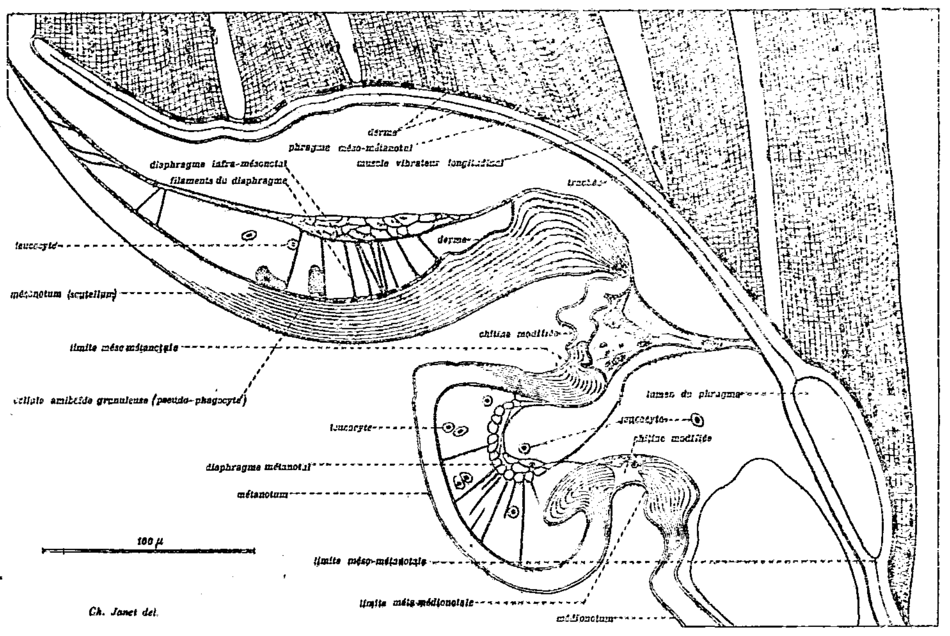
(¹) Nous avons pu constater cette disposition grâce à un matériel précieux, recueilli à notre intention, dans les ruisseaux de montagne, par M. le professeur Poirier, de l'Université de Clermont.

(²) JOHANNSEN, in *New York State Museum* (*Bull.*, t. LXVIII, 1903, p. 373).

(³) E. ROUBAUD, *Simulies du Nippon moyen* (*Bull. Mus.*, t. I, 1906).

ZOOLOGIE. — *Sur un organe non décrit du thorax des Fourmis ailées.* Note de M. **Charles Janet**, présentée par M. Dastre.

Au cours des recherches que je poursuis actuellement sur l'histolyse des muscles vibrateurs des ailes après le vol nuptial, chez les Fourmis, j'ai constaté l'existence d'un diaphragme mésonotal et d'un diaphragme métanotal qui ne paraissent pas avoir été signalés jusqu'ici.



Lasius niger, reine. Coupe, parallèle au plan sagittal du métanotum et de la partie inférieure du mésonotum, montrant les deux diaphragmes.

Dans le mésonotum, qui, par suite du volume énorme des muscles vibrateurs des ailes, présente un développement considérable (voir les figures insérées dans les *Comptes rendus*, t. CXLII, p. 1095) le diaphragme se trouve rejeté tout à fait à l'extrémité anale de l'arceau. Latéralement, il s'étend très loin sur les côtés du scutellum.

Dans le métanotum, qui, au contraire, est extrêment réduit, le diaphragme occupe presque toute la hauteur de l'arceau, et il s'étend, latéralement, sur presque toute sa largeur.

Les deux diaphragmes sont assez épais. Ils semblent être constitués par des fibres musculaires transverses; mais, dans aucune de mes préparations, je n'ai pu en voir la

striation. Je n'ai trouvé aucune ouverture ni aucune solution de continuité dans ces diaphragmes, sauf au voisinage de leurs extrémités latérales.

Des filaments, analogues aux filaments tenseurs du vaisseau dorsal, relient ces diaphragmes au tégument.

Des leucocytes circulent entre ces filaments et y adhèrent parfois. On y voit aussi, accolées, des cellules amiboïdes granuleuses (pseudo-phagocytes).

Si l'on se reporte aux figures spécifiées ci-dessus, on constate que le sang déversé dans la tête par l'orifice céphalique du vaisseau dorsal (vaisseau qui occupe, dans le thorax, une situation plutôt ventrale), trouve, pour redescendre dans le corselet et passer de là au pétiole et au gaster, des espaces libres ventraux entourant les viscères (chaîne des centres nerveux, tube digestif, vaisseau dorsal), mais que toute la bosse dorsale forme un vaste espace où le sang semble devoir rester stagnant tant qu'il n'est pas brassé par les mouvements des muscles vibrateurs du vol, mouvements qui ne se produisent guère que pendant quelques heures au cours d'une longue existence.

Je suppose que les diaphragmes dont il est ici question, et qui existent aussi bien chez les mâles que chez les reines, ont pour effet de produire un certain déplacement du sang pendant les périodes de repos des muscles vibrateurs des ailes ou après leur disparition. La constriction des fibres musculaires aurait pour résultat d'accroître l'espace compris entre le diaphragme et le tégument, tandis que les filaments tenseurs par leur élasticité ramèneraient le diaphragme à sa forme première dès que les fibres auraient cessé de se contracter et il en résulterait, au voisinage des extrémités des diaphragmes, tout au moins un léger mouvement de balancement du sang.

GÉOLOGIE. — *Sur la répartition du Trias à facies océanique en Grèce.* Note de MM. **Fritz Frech** et **Carl Renz**, présentée par M. Barrois.

Le Trias déjà signalé en Grèce présente un beau développement, dans la partie orientale du pays, en Argolide. Ainsi on observe, près du temple d'Épidaure, des lits de silex et des calcaires rouges, intercalés entre un tuf vert et des calcaires blancs coralligènes, où nous avons recueilli une abondante faune d'ammonites du Trias moyen et supérieur. Ce calcaire rouge ammonitifère d'Épidaure rappelle exactement celui d'Hallstatt; il est disposé en lentilles dans les bancs de silex; nous y avons reconnu les caractères paléontologiques des trois étages suivants :

1° Le *Carnien* avec la zone à *Trachyceras aonoïdes* et peut-être avec la zone à *Tropites subbultatus;*

2° Le *Ladinien* complet, avec ses trois zones;

3° L'*Anisien* avec la zone à *Ceratites trinodosus.*

Parmi les formes les plus caractéristiques reconnues par nous de la zone à *C. trinodosus,* nous citerons : *Ceratites trinodosus* Mojs., *Sturia Sansovinii* Mojs., *Monophyllites sphærophyllus* Hauer, *M. Suessi* Mojs., *Arcestes* (*Proarcestes*) *extralabiatus* Mojs., *A. quadrilabiatus* Mojs., *Norites gondola* Mojs., *Sageceras Walteri* Mojs., *Gymnites incultus* Beyr., *Ptychites flexuosus* Mojs., *P. gibbus* Ben., *P. Sutt-neri* Mojs., *Syringoceras Carolinum* Mojs.. *Pleuronautilus Mosis* Mojs., *Orthoceras campanile* Mojs.

C'est la première fois que le Muschelkalk alpin est signalé en Grèce: il est identique par ses caractères à celui de la Schreyer-Alm et de la Schiechlingshöhe dans le Salzkammergut, ainsi qu'à celui de Han Bulog et de Haliluci, en Bosnie.

Les trois zones du Ladinien sont reconnaissables à l'asklepicion : la zone inférieure à *Trachyceras Reitzi* (couches de Buchenstein) a fourni *Hungarites arietiformis* Hauer, *Celtites* (*Reiflingites*) *intermedius* Hauer, *Proteites labiatus* Hauer, *Acrochordiceras enode* Hauer, *Ptychites seroplicatus* Hauer. La zone moyenne a fourni *Daonella Lommeli* et *Lobites aberrans* Mojs. La zone supérieure à *Trachyceras Aon* (couches de Saint-Cassian) a fourni : *Trachyceras Aon* Münst., *T.* (*Eremites*) *orientale* Mojs., *T. furcatum* Münst., *Arpadites Catharinæ* Mojs. var., *Cladiscites striatulus* Mojs. Les quatre formes suivantes passent de cette zone dans la suivante : *Joannites Klipsteini* Mojs., *J. cymbiformis* Wülf, *Megaphyllites Jarbas* Münst., *Arcestes* (*Proarcestes*) *Gaytani* Klipst.

La faune du Carnien est représentée par de très nombreuses espèces de la zone à *Trachyceras aonoïdes* : *Trachyceras aonoïdes* Mojs., var. *fissinodosa* Mojs., *T. Hecubæ* Mojs., *T. furcatum* Münst., *Pinacoceras Loyeri* Hauer, *Celtites Emilii* Mojs., *Sirenites Junonis* Mojs., *Arpadites Ferdinandi* Mojs., *Joannites diffissus* Hauer, *J. Salteri* Mojs., *Arcestes* (*Proarceses*) *ausseanus* Hauer. Le seul *Halorites* (*Jovites*) *dacus* Mojs., indique une affinité avec la zone à *Tropites subbullatus.* C'est en somme la faune de Roethelstein, près Aussee.

Le calcaire de Dachstein, du Tyrol, est aussi très reconnaissable en Argolide, au-dessus de la zone précédente : il nous a donné des *Thecosmilia* et des *Megalodon* indéterminables. On peut donc suivre le Trias avec son facies alpin jusque dans le Péloponèse oriental.

Nous avons en outre étudié en Grèce d'autres gisements triasiques, de facies différent de ceux d'Epidaure : telles sont les couches carniennes à *Halobia superba* Mojs., *Daonella Styriaca* Mojs., du Péloponèse occidental; les calcaires bitumineux à faune carnienne avec *Cardita cf. Guembeli* Pichl.,

Mysidia cf. orientalis Bittner, de Corfou (Iles Ioniennes) et de la Grèce occidentale.

Nous signalerons enfin la découverte de Diplopores, en la forêt de Tatoï au nord d'Athènes, sur la route qui mène aux sources de Maria-Alexandra, dans des calcaires blancs subcristallins jusqu'ici confondus dans le Crétacique. Nous avons pu identifier ces formes au *Diplopora porosa* Schafh., des calcaires triasiques moyens du Wetterstein et d'Esino en Lombardie, et rapprocher ainsi ces calcaires de ceux de la Zugspitze.

Ainsi nos recherches établissent que le Trias est beaucoup mieux caractérisé en Grèce, par ses caractères paléontologiques que le Crétacique; il faudra vraisemblablement lui rapporter nombre des marbres métamorphiques de ce pays, comme l'ont déjà proposé quelques auteurs.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur le tremblement de terre du Chili du* 16 *août* 1906. Note de M. **A. Obrecht**, présentée par M. Lœwy.

Le 16 août dernier, à $7^h 58^m 40^s$, temps moyen de Santiago, un tremblement de terre d'une violence extraordinaire et d'une durée inusitée se fit sentir dans toute la région centrale du Chili.

A Santiago le sol avait un mouvement ondulatoire très caractéristique et les ondulations se succédèrent, sans aucune interruption, jusqu'à $8^h 3^m 30^s$; elles durèrent, par conséquent, 4 minutes 50 secondes. Après un calme relatif de 4 minutes, le mouvement ondulatoire du sol reprit avec une violence égale, mais dura seulement 20 secondes. Enfin le *terremoto* finissait à $8^h 7^m 50^s$.

L'amplitude moyenne des oscillations horizontales peut être estimée à $0^m,10$ environ et leur période à une demi-seconde.

Le sismographe de l'Observatoire est constitué par un double pendule et il inscrit les oscillations horizontales du sol avec une amplification de cinq fois environ. Cet appareil n'a pu cependant résister à des oscillations aussi considérables et aussi répétées et, quelques minutes après le tremblement de terre, je le trouvai brisé.

La photographie du sismogramme, mise sous les yeux de l'Académie, représente donc seulement la première phase du phénomène. On y distingue une courbe de forme circulaire et un grand nombre de traits interrompus dirigés, en général, d'Est à Ouest. Ces traits signifient que les mouvements verticaux de la plaque de verre enfumée faisaient sauter la

plume et leur orientation semble indiquer que la majeure partie des oscillations horizontales avaient la direction Est-Ouest.

Le gouvernement du Chili vient de nommer une Commission scientifique — dont je fais partie — chargée d'étudier les diverses circonstances de ce cataclysme dans les différentes parties de la région atteinte; je me ferai un devoir de communiquer à l'Académie les conclusions qui pourraient présenter un intérêt scientifique d'actualité.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la teneur en acide carbonique de l'air marin.* Note de M. R. **Legendre**, présentée par M. A. Gautier.

Grâce à l'obligeance de M. Albert-Lévy, directeur du Service chimique à l'Observatoire de Montsouris, qui a bien voulu me confier les appareils et liqueurs nécessaires aux expériences; grâce aussi à l'obligeance de M. Fabre-Domergue, Inspecteur général des Pêches, qui a mis aimablement à ma disposition le vapeur garde-pêche le *Pétrel*, j'ai pu, pendant ces derniers mois, faire une série de dosages de l'acide carbonique dans l'air marin.

Les dosages d'acide carbonique faits sur l'air de la mer sont peu nombreux et leurs résultats, obtenus par des méthodes variées, sont assez discordants. Ceux que je connais sont cités dans le Tableau suivant :

			CO^2 pour 10000.
1847.	Lewy	En mer, du Havre aux Antilles ...	3,338 à 5,771
1873.	Schulze	Au bord de la Baltique	2,25 à 3,44
1884.	Müntz et Aubin (Mission du Dr Hyades)	En mer, du cap Horn au cap Vert.	2,49 à 2,77

Il m'a donc semblé intéressant de reprendre ces recherches par une méthode dont les résultats soient comparables à ceux obtenus à terre au même moment. L'acide carbonique de l'atmosphère marine n'étant ni accru par les combustions et les respirations, ni réduit par la végétation, des dosages précis et nombreux permettraient de vérifier la théorie de Schlœsing sur l'équilibre qui se produit entre l'acide carbonique et les bicarbonates, équilibre qui ferait de la mer le grand régulateur de la teneur en acide carbonique de l'atmosphère.

Dans cette première série d'analyses, je n'ai cherché qu'une indication approchée; mais je compte reprendre ces recherches avec un appareil donnant une approximation bien plus grande.

N°s.	Date et heure de la prise.		Durée de la prise.	Au large de :	Au début. Latitude N.	Au début. Longitude O.	A la fin. Latitude N.	A la fin. Longitude O.	Pression.	Tempé-rature.	Direc-tion du vent.	Litres de CO^2 pour 100$^{m^3}$ d'air.	Observations.
		h m	h m		° ′ ″	° ′ ″	° ′ ″	° ′ ″	mm	°			
1	28 août	2.30 s	1 30	Trévignon à Groix..	47.45.30	6.11	47.37	5.55	770,4	21,3	S	32,7	Mer calme, beau temps clair.
1bis	»	4.30 s	1	Groix à Belle-Ile....	47.33	5.45	47.25	5.36	769,7	21,2	E	38,4 (¹)	»
2	8 sept.	8.30 m	45	St-Nazaire au Croisic.	47.14.30	4.39.30	47.15	4.49.30	765,5	22	E	33,0	»
3	»	11.30 m	1 15	Croisic à St-Gildas..	47.18	4.53	47.25	5.13.30	767	22,5	N	33,1	»
3bis	»	1.15 s	1	St-Gildas à Quiberon.	47.27.30	5.15	47.27.30	5.30	767	23	NO	38,7 (¹)	»
4	»	2.30 s	1	Quiberon à Groix...	47.28	5.33	47.33.30	5.43.30	766,9	22,5	NO	33,1	»
5	»	3.45 s	1	Groix au Pouldu....	47.36.30	5.44	47.44	5.53	766,7	21	NO	32,8	»
6	»	5 s	1	Pouldu à Trévignon.	47.46	6	47.50	6.15	766	21,5	NO	32,9	»
7	12 sept.	9 m	1	Bouée du Cochon...	47.51	6.16	47.47	6.16	769,2	18,1	SE	32,2	Beau temps gris.
8	»	10.30 m	1	Penfret............	47.43.30	6.12	47.43	6.10	769	18,7	SE	32,3	»
9	»	11.45 m	1	La Basse Jaune.....	47.43.30	6.10	47.41.30	6.17	769	19,8	SE	32,5	»
10	»	1 s	1	Les Glénans........	47.33	6.16.30	47.25.30	6.22	768,8	20,4	SSO	32,6	»
11	»	2.30 s	1	Les Glénans........	47.27	6.25	47.36	6.28	768,5	21,5	SE	32,8	»
12	»	3.45 s	1	Ile aux Moutons....	47.38	6.28	47.46	6.21.30	768,2	20,4	SE	32,6	»
									Moyenne............			33,5	

(¹) Chiffres probablement inexacts et dus à une erreur d'analyse.

L'air que j'ai analysé a toujours été pris en pleine mer, à l'avant du *Pétrel* en marche ou tourné vers le vent, au moyen de l'appareil de MM. Albert-Lévy et Pécoul pour l'étude des atmosphères confinées. L'air attiré par l'aspirateur barbotait dans une solution de soude à 10 pour 1000; la prise durait environ 1 heure; aussitôt l'aspirateur vidé, l'acide carbonique fixé par la soude était dosé au moyen d'une solution d'acide acétique à 7,5 pour 1000.

Ce procédé a l'avantage d'éviter toute cause d'erreur due au transport des prises d'air ou des solutions alcalines jusqu'au retour à terre, puisque le dosage se fait immédiatement. Malheureusement l'appareil employé, destiné aux atmosphères confinées, ne m'a permis d'opérer que sur un assez faible volume d'air ($5^l,5$); la concentration des solutions n'a pu me donner qu'une approximation de $\pm 2^l,7$ d'acide carbonique par 100 mètres cubes d'air.

Les prises ont été faites en divers points, au large de la côte bretonne, de Concarneau à Saint-Nazaire; elles ont donné une quantité presque constante d'acide carbonique, comme le montre le Tableau précédent.

J'ai indiqué dans ce Tableau les chiffres obtenus dans les analyses 1 *bis* et 3 *bis*, bien qu'ils me semblent dus à une erreur d'analyse.

La moyenne de ces quatorze dosages est de $33^l,5$ pour 100^{m^3} d'air, chiffre très voisin de celui trouvé à Paris par l'Observatoire de Montsouris, mais un peu plus fort. On voit que les chiffres que nous avons obtenus sont tous très voisins de la moyenne (sauf dans les deux observations précitées) et semblent indépendants de la direction du vent.

Je compte recommencer ces analyses de manière à vérifier si la quantité d'acide carbonique contenue dans l'air, qu'on sait déjà assez constante au-dessus des divers continents, est également constante dans l'air au-dessus des mers.

La séance est levée à 4 heures et quart.

G. D.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 OCTOBRE 1906,

PRÉSIDENCE DE M. H. POINCARÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le SECRÉTAIRE PERPÉTUEL présente à l'Académie le Tome IV des *Observations* de l'Observatoire d'Abbadia : *Observations faites au cercle méridien en* 1904 par MM. VERSCHAFFEL, LAHOURCADE, SOUGARRET, BERGARA, SORREGUIETA et GOULART, publiées par M. l'Abbé VERSCHAFFEL, Directeur de l'Observatoire.

ASTRONOMIE. — *Méthode nouvelle et rapide pour la détermination des erreurs de division d'un cercle méridien.* Note de M. LŒWY.

Dans tous les travaux de physique et d'astronomie relatifs aux mesures de haute précision, des moyens d'investigation nouveaux d'une perfection souvent imprévue et surprenante ont été imaginés pour obtenir la valeur des éléments cherchés.

Depuis près d'un siècle, pour une seule de ces recherches fondamentales, dont dépendent des applications très nombreuses et très variées, aucun progrès véritable n'a été réalisé. Je veux parler de l'étude rigoureuse des divisions d'une échelle quelconque.

Ce problème présente, pour l'astronomie en particulier, un intérêt capital. Pour fixer la position exacte des astres, et déterminer les constantes des phénomènes astronomiques les plus importants, il est indispensable de connaître, par rapport à une origine donnée, la distance des divisions des cercles dont se trouvent munis les instruments méridiens.

Les méthodes encore en usage pour atteindre ce but sont les mêmes que celles utilisées depuis une époque reculée et ne sont pas satisfaisantes. De nombreux efforts, tentés par plusieurs astronomes les plus éminents pour les perfectionner, n'ont amené en vérité aucune amélioration appréciable.

Pour étudier, actuellement, les erreurs de division d'un cercle méridien, il faut accomplir un labeur immense, qui exige un temps considérable, et qui, pour cette raison, est à peu près inabordable pour les observatoires dotés de ressources modestes. D'autre part, les résultats obtenus par ces procédés au prix de tant d'efforts sont, dans un grand nombre de cas, et selon mon intime conviction, illusoires.

Cette opinion, déjà ancienne, s'est trouvée corroborée par une constatation décevante faite dans ces dernières années.

Notre instrument méridien du Jardin, destiné surtout aux travaux de haute précision, est muni de deux cercles identiques construits par M. P. Gautier et semblables à tous ceux qui ont été livrés à d'autres observatoires par ce constructeur éminent. Ils ont été étudiés avec beaucoup de soin par un habile astronome, M. Périgaud. A la suite de certaines discordances qui se sont manifestées entre les deux cercles, dans une série d'études importantes effectuées par M. Renan en collaboration avec d'autres observateurs, on a été amené à comparer directement les lectures obtenues aux six microscopes des deux cercles en déplaçant l'instrument de 60° en 60°.

Les nombres ainsi obtenus à l'aide des deux cercles, entraînés dans la même rotation, devraient conduire à des moyennes identiques, puisque les erreurs de division n'interviennent aucunement dans leurs valeurs. Or, à notre grande surprise, des différences notables ont apparu, allant jusqu'à 45 centièmes de seconde d'arc, et se sont affirmées les mêmes pour cinq observateurs ayant pris part à ce travail.

Nous avons d'abord attribué cette anomalie à diverses causes, à une flexion des cercles, due à une certaine dissymétrie dans les masses de leurs rayons, à des défauts dans leur mode d'attache, à une torsion ou à une flexion anormale de l'axe instrumental pendant la rotation, etc.

Il est possible que ces diverses causes interviennent dans le phénomène observé, mais nous avons fini par reconnaître qu'il est dû, pour une part notable, à une insuffisance du pouvoir optique des objectifs des microscopes et à l'altération qu'un long usage avait produit dans la figure de certains traits de la division sur argent, d'où il résultait que le même trait présentait des aspects différents, en passant successivement sous les six microscopes. Il arrivait ainsi qu'en répétant les expériences avec un nouveau réglage et un éclairage différent, on trouvait des écarts systématiques de même nature pour tous les observateurs.

Il devenait ainsi hors de doute que les discordances signalées plus haut entre les deux cercles dans les travaux de M. Renan et de ses collabora-

teurs devaient être attribuées en partie aux incertitudes affectant les nombres trouvés pour les erreurs de division étudiées antérieurement. Et, en effet, une détermination nouvelle de quelques traits fondamentaux de la division a conduit, pour les erreurs de ces traits, à des valeurs numériques très différentes des valeurs primitives.

Un tel état de choses étant de nature à compromettre le succès de toute recherche vraiment délicate, nous avons pris le parti de remplacer les deux cercles par d'autres plus solides, formant des plateaux presque pleins et dont les divisions sont tracées sur une bande de platine iridié. En outre, le pouvoir optique et la distance focale des objectifs des microscopes ont été augmentés.

Ces nouveaux cercles sont aujourd'hui installés, et les expériences effectuées en faisant tourner l'instrument de 60° en 60° ont montré que les discordances entre les deux cercles se trouvaient considérablement réduites, à peu près au tiers de leur grandeur primitive.

L'obligation nous incombe maintenant d'entreprendre l'étude de la nouvelle division; mais, malgré toutes les améliorations apportées dans le but d'amoindrir les causes physiques d'altération dont on vient de parler, la perspective de ce grand travail m'a causé les plus vives inquiétudes, parce que les méthodes géométriques mêmes de mesure utilisées jusqu'à présent renferment d'autres sources d'erreurs systématiques, et pour ce motif ne m'inspirent, je dois le répéter, qu'une confiance restreinte.

Pour faire comprendre toute la difficulté du sujet, je rappellerai en quelques mots en quoi consistent les méthodes actuelles, et j'indiquerai les incertitudes qu'elles font naître.

On commence par déterminer les erreurs d'un certain nombre de divisions qui peuvent être évaluées directement, celles des sous-multiples des nombres de degrés de la circonférence, par exemple, de 90° en 90°, de 60° en 60°, de 45° en 45°, de 36° en 36°. On subdivise ensuite ces segments de circonférence en un certain nombre de parties égales, par exemple en deux ou trois parties, et l'on exprime les valeurs de ces arcs en fonction de celles des arcs primitifs.

On continue à subdiviser ainsi les nouveaux segments et à rattacher leurs valeurs à celles des segments antérieurs, d'où une accumulation considérable d'erreurs, et en même temps une absence complète d'uniformité dans la précision, et cela sans qu'on puisse se rendre compte avec sûreté du degré de précision réalisée.

La seule indication qu'on ait à ce sujet repose sur la répétition des mesures, mais la concordance des résultats n'offre aucune garantie véritable.

Une méthode existe, il est vrai, qui, sous ce dernier rapport, présente

une supériorité incontestable sur le procédé usuel dont il vient d'être question. Cette méthode est due à Bessel; elle a fait l'objet d'applications nombreuses, en particulier de la part de M. Nyrèn qui l'a utilisée en la perfectionnant pour l'étude de nouvelles divisions tracées par Repsold sur l'ancien cercle vertical de Poulkovo.

Cette méthode consiste à déterminer directement tous les degrés du cercle par rapport à une origine adoptée. Mais, outre qu'elle exige un travail considérable, on ne peut regarder les résultats que comme une première approximation parce qu'ils contiennent un terme dont la valeur n'est pas connue : c'est la somme algébrique des erreurs de deux divisions arbitrairement choisies, somme divisée, il est vrai, dans la pratique, par un nombre assez grand, au moins 10, mais la quantité ainsi négligée peut encore atteindre plusieurs dixièmes de seconde d'arc.

Avant donc d'entreprendre l'étude des nouveaux cercles de notre instrument méridien, je me suis demandé si, malgré les efforts tentés antérieurement pour la résolution théorique de ce problème si important, on ne pouvait concevoir une solution plus satisfaisante.

Il y a surtout deux difficultés à envisager : 1° toute la série des incertitudes de nature physique déjà énumérées; 2° les inexactitudes des opérations elles-mêmes de mesure. Il restera en outre à satisfaire à ce desideratum, réduire notablement le travail énorme actuellement exigé par les études de ce genre.

Voici, en fin de compte, après de nombreuses investigations, le principe qui m'a guidé pour établir une nouvelle méthode.

Considérons un cercle méridien quelconque. Les microscopes dont cet instrument est muni se trouvent toujours opposés deux à deux à 180°. On n'a jamais à déterminer, dès lors, que les divisions allant de 0° à 180°, puisque deux traits à 180° l'un de l'autre sont toujours combinés ensemble.

Le trait situé à 90° de l'origine se trouve donc au milieu de cette échelle renfermant 180 divisions principales. Ce trait de 90° est le seul qu'on puisse rattacher directement à l'origine; de plus il est, de tous ceux du cercle, celui dont la détermination est à la fois la plus rapide et la plus exacte.

Pour atteindre ce but, on place deux microscopes auxiliaires à 90° environ de deux des microscopes que l'instrument possède. Il suffit alors d'effectuer deux lectures pour obtenir la position du trait du milieu. Si l'on désigne par E_{90} l'erreur de position correspondant à la division considérée, 90°, par d_1 la première lecture obtenue en plaçant l'instrument en

présence des microscopes distants de 90° et par d_2 la seconde lecture faite après avoir tourné l'instrument de 90°, on obtient ainsi la quantité cherchée $E_{90} = \frac{d_2 - d_1}{2}$. On voit aisément que, si $\mathcal{E}$ représente l'erreur probable d'une seule lecture accomplie dans les conditions indiquées, la quantité E_{90} se trouvera sujette seulement à une erreur probable inférieure à $\mathcal{E}$ et représentée par $\frac{\mathcal{E}}{\sqrt{2}}$.

Dans la méthode de Bessel, même en faisant abstraction de la valeur très sensible des deux éléments inconnus qu'on est forcé de négliger comme nous l'avons expliqué, on atteindrait à peine une précision égale pour un nombre de lectures six fois plus grand. Dans les méthodes usuelles il faut de même accomplir une quantité considérable de mesures fixée souvent d'une manière très arbitraire.

La méthode idéale serait évidemment celle qui permettrait de réaliser les deux conditions suivantes :

1° Fixer la position de chaque trait du cercle avec la même rapidité et la même exactitude que celle de la division 90°.

2° Rendre les opérations indépendantes des erreurs physiques à redouter.

La nouvelle méthode dont j'ai l'honneur d'entretenir l'Académie permettra d'atteindre ce double but dans la limite du possible. Tous les traits de la division pourront être déterminés, au point de vue géométrique, avec une rapidité et une précision presque identiques à celles relatives au trait 90°, et, en outre, on pourra les considérer comme directement rattachés à l'origine et comparés à toute l'étendue de la circonférence. En dernier lieu, les résultats se trouveront affranchis des altérations physiques déjà mentionnées.

La théorie sur laquelle est basée cette méthode est très complexe. On se trouve toujours en présence de conditions de maxima et de minima relatives à plusieurs variables non indépendantes, et il est impossible de résoudre directement les équations qui en sont la conséquence. D'autre part, il faut traiter des problèmes très délicats de probabilités, car on est obligé de combiner des grandeurs qui, fournies par une même série de mesures, ne sont pas entièrement indépendantes les unes des autres, et d'évaluer le degré d'exactitude obtenu par leur combinaison.

Malgré cette complexité de la théorie, les règles pratiques sont très simples à appliquer. C'est ainsi que, si l'on veut déterminer les erreurs de

division de degré en degré, on y arrivera en y consacrant tout au plus 100 heures environ. Pour aller directement aux demi-degrés, il suffira de 170 heures et, pour obtenir les valeurs de quart en quart, il faudra 330 heures.

Ces opérations deviendront ainsi abordables pour tous les observatoires, même les moins bien dotés, et les nombres obtenus offriront à tous les points de vue des garanties que les méthodes existantes n'assurent pas.

Les indications sommaires données ci-après préciseront davantage les conditions du travail et l'approximation réalisée.

Avant d'aborder une semblable étude, il faut fixer tout d'abord le degré de précision qu'on veut atteindre. En ce qui concerne les recherches que nous nous proposons d'entreprendre, il a paru désirable, eu égard à la nature des travaux auxquels l'instrument est destiné, d'obtenir un degré élevé d'exactitude : l'erreur probable dans la position des traits ne devra pas dépasser $0'',02$.

Les formules ont été établies en vue de ce résultat; et, dans ce cas, la durée du temps indiquée plus haut est celle qu'exigera l'exécution des opérations.

Voici la série des opérations à effectuer. On déterminera d'abord directement, comme on le fait d'habitude, les positions de quelques traits espacés également et dont l'intervalle est contenu un nombre entier de fois dans la circonférence. Deux solutions sont données : dans la première, on prend pour points de repère, sur la demi-circonférence, les vingt et une divisions 90°, 60°, 120°, 45°, 135°, 36°, 72°, 108°, 144°, 30°, 150°, 20°, 40°, 80°, 100°, 140°, 160°, 18°, 54°, 126°, 162°.

La seconde solution, un peu plus rapide, ne repose que sur quinze traits fondamentaux : on laisse alors de côté les divisions 20°, 40°, 80°, 100°, 140°, 160°.

La situation de l'une ou l'autre série de ces traits principaux se trouve déterminée par une méthode particulière qui réalise le maximum de précision avec le minimum d'effort et qui, en outre, conduit à une seconde série de valeurs de ces traits-repères sur lesquelles sont fondées ultérieurement toutes les opérations de rattachement. Les nombres de cette seconde série possèdent, bien entendu, une même précision, mais peuvent être considérés comme absolument indépendants les uns des autres.

Chacune des autres divisions est rattachée, non pas seulement à l'origine du cercle, mais à toute l'étendue de la circonférence, au moyen d'un ensemble de repères principaux et de telle sorte que l'incertitude résultant du ratta-

chement peut être considérée comme absolument négligeable. Pour deux microscopes, elle est égale ou légèrement inférieure à $\pm \frac{0'',02}{4} = \pm 0'',005$; elle est encore plus faible si, pour l'observation des astres, on utilise quatre ou six microscopes.

Dans les études astronomiques, la forme de la circonférence du cercle est représentée par celle de la courbe décrite après une rotation entière de l'axe instrumental, quelle que soit d'ailleurs la nature de cette rotation. On reconnaît par suite que les erreurs physiques sont éliminées autant que possible parce que la valeur relative à chaque division résulte de six ou sept déterminations indépendantes, fondées sur des segments de cercle les plus divers, et répartis sur toute l'étendue de la circonférence.

J'aurai l'honneur, dans une prochaine communication, de présenter à l'Académie quelques développements relatifs à la nouvelle théorie, avec un exemple des formules qui s'en déduisent. Ces formules permettent d'ailleurs, sans qu'on soit obligé d'entrer dans les détails de la théorie, de se rendre immédiatement compte de la précision des résultats qui en découlent.

GÉOMÉTRIE PROJECTIVE. — *Le principe de correspondance pour une surface algébrique.* Note de M. **H.-G. Zeuthen.**

Dans ma Communication précédente (8 octobre, p. 491) j'ai fait, pour plus de commodité, plusieurs restrictions.

En en éloignant une partie nous donnerons une plus grande portée à la formule démontrée (6). En désignant par x le nombre de points de coïncidence nous écrirons celle-ci

$$x = \alpha_1 + \alpha_2 + \frac{\beta}{n} - (J+1)k.$$

1. On peut y remplacer n par le nombre de points d'intersection des courbes d'un faisceau générique sur la surface donnée φ et en même temps β par celui des points P_1 d'une courbe de ce faisceau auxquels correspondent des points P_2 d'une autre de ces courbes. En effet, on peut transformer la surface d'une manière birationnelle en une autre dont les sections planes correspondent à un système linéaire triple de courbes de φ

qui contient notre faisceau, et cela se fait sans altérer ni J [1] ni α_1, α_2, k et x.

2. Les courbes c_r servant à déterminer les points P_2 correspondant à un point quelconque P_1 de φ peuvent avoir des points d'intersection fixes ou se trouvant sur des courbes fixes. Nous avons compté tous ces points au nombre des α_2 points P_2, en renvoyant seulement à la possibilité de déterminer à part et de soustraire de x les coïncidences qui en résultent. Or les points d'intersection fixes fourniront la même contribution à α_1 et à x. On peut donc négliger à la fois ces deux contributions.

Supposons ensuite que toutes les courbes c_r rencontrent une *section plane fixe* l, en μ_2 points et que l devienne courbe μ_1-tuple des surfaces Ψ_s, lieux des courbes c_r appartenant aux points P_1 d'une section plane. Alors au nombre des α_2 points P_2 qui correspondent à un point P_1 de l appartiendront μ_2 qui se trouvent aussi sur l. A un point P_2 de l correspondront tous les points d'une courbe qui rencontre chaque section plane, y compris l, en μ_1 points P_1. Cette courbe ne passe pas en général par P_2 ; car nous avons supposé qu'il n'y ait aucune courbe de coïncidence. Selon le principe de Cayley-Brill, l contiendra donc $\mu_1 + \mu_2$ des x points de coïncidence cherchée.

D'autre part, jusqu'à présent, nous avons compris les μ_2 points qui se trouvent sur une courbe fixe l, au nombre α_2 [formule (1) de la précédente communication] et, dans notre détermination de β [formule (2)], nous n'avons fait aucune exception des $\mu_1 n$ points d'intersection de la surface Ψ_s avec la section plane l_2 qui se trouvent sur la courbe fixe l. Les points de la courbe fixe l seront donc aussi dans l'expression de x représentée par $\mu_1 + \mu_2$. On peut donc les négliger, eux aussi, à la fois dans les deux membres de notre formule.

Grâce aux considérations de notre n° 1 on peut faire autant, si toutes les courbes c_r rencontrent un certain nombre de fois *une courbe fixe faisant partie d'un faisceau générique de* φ. Bien entendu, c'est de courbes de ce faisceau qu'il faut se servir alors pour déterminer le terme $\frac{\beta}{n}$, et en particulier des sections planes si la courbe fixe est elle-même une section plane. Dans le cas où la courbe fixe n'appartient pas à un faisceau générique de la

[1] SEGRE, *Intorno ad un carattere delle superficie* (*Torino Atti*, vol. XXXI, 1896, p. 485).

surface (par exemple si la surface est du second ordre et la courbe fixe une génératrice rectiligne), il faut déterminer à part les coïncidences qui ont lieu sur elle.

3. En allant ensuite nous occuper de correspondances admettant des courbes de coïncidence à côté des points de coïncidence isolés, nous nous tiendrons du reste aux restrictions de la précédente Communication; une combinaison avec les généralisations de nos nᵒˢ 1 et 2 amènerait, en effet, des complications.

Notre point de départ sera toujours le principe de correspondance du plan. Selon lui $\alpha_1 + \alpha_2 + \beta$ sera (¹), dans le cas où il y a une courbe de coïncidence (qui peut être composée de plusieurs courbes), égal à la somme du nombre des points de coïncidence isolés, de l'ordre de la courbe de coïncidence et de la classe de l'enveloppe des droites limites qui joignent les points P_1 et P_2 coïncidant sur cette courbe. Il est encore évident que l'ordre de la courbe de coïncidence est égal à la différence $\beta - \gamma$ du nombre β des points P_1 d'une droite qui correspondent à des points P_2 d'une autre et du nombre γ des couples de points correspondants qui se trouvent sur une droite donnée (²). Si $\beta = \gamma$ il n'y aura que des points de coïncidence isolés.

La dernière détermination se généralise immédiatement. Si, pour la correspondance des points de la surface φ_n, β désigne le nombre des points P_1 d'une section plane donnée qui correspondent à des points P_2 d'une autre, γ celui des couples de points correspondants P_1 et P_2 qui se trouvent sur une section plane donnée, $\beta - \gamma$ sera l'ordre y de la courbe de coïncidence, $\beta > \gamma$ la condition de son existence.

Afin de généraliser aussi le premier résultat, il faut l'appliquer à la correspondance des droites OP_1 projetant les points P_1 de φ_n d'un point fixe O, et des droites OP'_2 projetant les points P'_2 où la courbe c_r appartenant à P_1 rencontre le plan tangent à φ_n en P_1, correspondance dont nous nous sommes servi dans la démonstration de notre précédente Communication. Si nous appliquons le même procédé au cas actuel et en gardant les notations, nous trouverons les mêmes expressions de α'_1, α'_2 et β' qu'auparavant; mais le nombre à soustraire de $\alpha'_1 + \alpha'_2 + \beta'$ devra être amoindri du

---

(¹) Voir ma Note aux *Comptes rendus*, t. LXXVIII, 1874, p. 1553.

(²) Voir SCHUBERT, *Kalkül der abzählenden Geometrie*, p. 45, formule (7). On voit que $\alpha_1 + \alpha_2 + \gamma$ sera la somme du nombre des points de coïncidence et de la classe de l'enveloppe dont nous venons de parler [p. 44, formule (2)].

nombre y_a des points où la courbe de coïncidence de φ_n rencontre la courbe de contact du cône circonscrit au sommet O. En effet, avec l'arête du cône qui passe par un de ces y_a points coïncident à la fois une arête OP_1 et une arête OQ passant par un des $ra-k$ points d'intersection Q de la courbe c_r qui appartient à P_1 avec le cône, sans que la même arête soit une des droites dont $\alpha'_1+\alpha'_2+\beta'$ indique le nombre. Les autres déterminations restant inaltérées, on aura, en ayant égard à la signification actuelle de $\alpha'_1+\alpha'_2+\beta'$ et en désignant, pour la correspondance de P_1 et P_2 sur φ_n, par x le nombre des points de coïncidence isolés, par y l'ordre de la courbe de coïncidence et par z l'ordre du lieu des tangentes à φ_n qui réunissent deux points P_1 et P_2 coïncidant sur cette courbe,

$$x+y+z=\alpha_1+\alpha_2+\frac{\beta}{n}-k(J+1)+y_a.$$

La signification des notations sera illustrée par l'application suivante, qui d'ailleurs ne conduit à aucun résultat nouveau. Soient P_1 et P_2 deux points d'intersection de φ_n avec une droite passant par un point fixe. Alors

$$\alpha_1=\alpha_2=n-1,\quad \beta=n^2-n,\quad k=1,\quad x=0,\quad y=z=a,\quad y_a=n'.$$

En substituant ces valeurs on retrouve pour J l'expression

$$J=n'-2a+3n-4.$$

4. Dans les cas où les différentes intersections des courbes c_r avec φ_n, et par conséquent aussi les différentes coïncidences, sont de nature différente, on peut grouper les termes de la formule démontrée d'une manière analogue à celle dont Cayley s'est servi pour la correspondance des points d'une courbe plane ([1]). Alors on aura

$$\sum\mu\left(\alpha_1+\alpha_2+\frac{\beta}{n}+y_a-x-y-z\right)=k(J+1),$$

où, dans chaque terme de la somme Σ, les notations ont égard à la correspondance de P_1 avec un point de la surface où μ des points d'intersection P_2 de la courbe c_r appartenant à P_1 sont réunis. Si les coïncidences de ces correspondances sont connues à une près, on peut se servir de cette formule pour en déterminer celle de la dernière correspondance. Il peut arriver alors que celle-ci appartienne à une valeur négative de k.

([1]) *Comptes rendus*, t. LXII, 1866, p. 586; *Math. Papers*, t. V, p. 544.

5. Ici où nous avons regardé la surface φ_n comme lieu de ses points, nous ne lui avons attribué aucune courbe de rebroussement, comme nous aurions dû le faire s'il s'était agi de propriétés de surfaces réciproques. Dans la recherche actuelle il suffit de regarder une courbe de rebroussement comme une courbe double qui est en même temps courbe de contact de tous les cônes circonscrits. Elle sera aussi, si $k > 0$, courbe de coïncidence k-tuple.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la dialyse du sucre du sang.* Note de MM. **R. Lépine** et **Boulud**.

Les physiologistes ne s'accordent pas sur la question de savoir si le sucre du sang [il n'est pas question ici du sucre *virtuel* (*Comptes rendus*, 10 octobre 1906)] est à l'état de liberté ou de combinaison. Il y a des raisons théoriques pour admettre la seconde alternative, et, d'autre part, Asher vient de publier des expériences qui l'ont conduit à accepter, sans réserves, la première. Préoccupés, depuis plus de deux ans, de cette question, nous avons fait un grand nombre d'expériences de dialyse, toutes instituées de la manière suivante :

On recueille aseptiquement, dans des tubes plongeant dans la glace, une quantité de sang suffisante pour obtenir au moins 60^{cm^3} de sérum. On centrifuge rapidement, et l'on verse aussitôt 40^{cm^3} de sérum dans un dialyseur de 75^{mm} de diamètre intérieur, fermé en bas par une mince feuille de papier parchemin, qui a été lavé à l'eau bouillante, pour enlever les pentoses qui peuvent s'y rencontrer.

Le liquide extérieur est constitué par de l'eau salée, à 7 pour 1000, bouillie et refroidie à $+4°$ environ. On dispose le dialyseur de telle sorte que les liquides extérieur et intérieur soient exactement au même niveau. Au bout de 2 heures, on dose le sucre : 1° dans 20^{cm^3} de sérum témoin, conservé à la même température basse que l'appareil dialyseur; 2° dans le liquide intérieur, ramené à 40^{cm^3}, et 3° dans le liquide extérieur, amené également à 40^{cm^3}, après avoir été acidifié et tenu un temps suffisant au bain-marie.

On voit que nous évitons l'addition au sérum de toute substance capable de le modifier (1). Nous employons le sérum, et non le sang, pour éviter

(1) Il résulte de nos expériences qu'il faut se garder de l'emploi du fluorure de sodium, parce qu'il modifie le sérum. Ainsi, nous avons dit (*Comptes rendus*,

la glycolyse, et nous opérons à basse température pour entraver le développement des microbes. A cette température nous n'empêchons pas la formation de sucre nouveau, aux dépens du sucre virtuel du sérum. Aussi dosons-nous le sucre, dans le témoin, en même temps que dans les liquides intérieur et extérieur. En raison de la pénétration d'une certaine quantité d'eau dans l'intérieur du dialyseur, condition favorable à la formation du sucre dans le sérum, il est probable que celle-ci est moindre dans le témoin. Mais cela n'a pas d'importance, quant à l'objet de notre recherche, qui est le rapport du sucre existant dans les liquides intérieur et extérieur.

Quand le sérum introduit dans le dialyseur est bien frais, et appartient à un chien sain et neuf, on ne trouve pas de sucre dans le liquide extérieur; et, dans le sérum, on obtient sensiblement la même quantité (pour 1000) que dans le témoin, ou bien une quantité plus forte, pour le motif rappelé plus haut. Si le chien n'est pas neuf, une notable quantité de sucre peut passer dans le liquide extérieur :

Chien 2311, ayant servi à diverses expériences, et saigné plusieurs fois les jours précédents :

	Pouvoir réducteur. Avant. Chauffage de l'extrait de sang (en présence de l'acide tartrique).	Pouvoir réducteur. Après. Chauffage de l'extrait de sang (en présence de l'acide tartrique).	Acide glycuronique B. Quantité absolue.	Acide glycuronique B. Quantité pour 100.
Sérum témoin	0,84	0,88	0,04	4,5
Liquide intérieur	0,70	0,78	0,08	10
Liquide extérieur	0,12	0,12	0	

La dialyse est dans ce cas de 13 pour 100 des matières sucrées.

On observe aussi la dialyse du sucre, si le sérum n'est pas frais, alors même que le chien était sain et neuf.

Chien 2292. — Le sucre du sérum frais n'a pas dialysé. On conserve 12 heures un échantillon de ce sérum. Au bout de ce temps, on en introduit 40^{cm^3} dans le dialyseur :

Sérum témoin	1,10	1,27	0,17	13
Liquide intérieur	0,89	0,99	0,10	10
Liquide extérieur	0,22	0,28	0,06	21

17 juillet 1905) que, dans des cas d'ailleurs exceptionnels d'intoxication alcoolique, le teneur des globules en sucre pouvait dépasser celle du plasma. Dans ces cas, le sang avait été fluoré. Or, ayant depuis répété plusieurs fois ces expériences chez des chiens également intoxiqués, mais sans fluorer le sang, nous n'avons plus observé cet excès de sucre dans les globules. Il était donc, selon toute probabilité, artificiel, et dû à l'addition de fluorure au sang.

La dialyse a été de 22 pour 100 des matières sucrées.

On administre alors au chien de la phloridzine. Quelques heures plus tard on le saigne et l'on fait une nouvelle dialyse avec du sérum frais.

Sérum témoin	0,60	0,60	0
Liquide intérieur	0,60	0,60	0
— *extérieur*	0	0	

Cette expérience suffit pour prouver que le sucre du sang, après l'intoxication phloridzique, ne dialyse pas *ipso facto* mieux qu'à l'état normal. Mais, dans les cas, d'ailleurs peu fréquents, où l'intoxication phloridzique s'accompagne d'hyperglycémie, par suite de la formation de sucre nouveau (1), ce dernier passe dans le liquide extérieur.

Chien 2502, bien portant, poids 27kg. On lui injecte sous la peau 0g,25 de phloridzine dissoute dans de l'alcool. Une heure après, le sang de la veine rénale ayant 1g,36 de sucre, il s'en forme encore beaucoup, aux dépens du sucre virtuel, pendant la défibrination ; d'où les valeurs suivantes :

Sérum témoin	2,16	2,30	0,14	6
Liquide intérieur	1,75	1,87	0,12	6,4
— *extérieur*	0,40	0,42	0,02	4,7

Il a dialysé 27 pour 100 des matières sucrées.

L'hyperglycémie, dans ce dernier cas, était exceptionnellement forte. Dans plusieurs autres cas d'intoxication phloridzique, avec une hyperglycémie moindre, nous avons pu également constater la dialyse du sucre.

Voici un cas d'intoxication par l'alcool :

Chien 2293, ayant ingéré une dilution de $3^{cm^3},8$ d'alcool éthylique absolu, par kilogramme. Saignée, 6 heures après l'ingestion :

Sérum témoin	1,09	1,30	0,21	16
Liquide intérieur	1,09	1,25	0,16	13
— *extérieur*	0,40	0,49	0,09	18

Dans ce cas, grande formation de sucre aux dépens du sucre virtuel. En effet, $1,25 + 0,49 > 1,30$. La dialyse est de 28 pour 100 des matières sucrées.

(1) Nous avons autrefois montré que le pouvoir glycolytique du sang est *augmenté* dans l'intoxication phloridzique. L'hyperglycémie ne peut donc tenir qu'à une hyperglycogénie excessive.

Dans le cas suivant, l'hyperglycémie est consécutive à une infusion intraveineuse de 30^{cm^3} par kilogramme d'eau salée :

Sérum témoin.........	1,36	1,39	0,03	2
Liquide intérieur......	1,18	1,26	0,08	6
— *extérieur......*	0,24	0,28	0,08	14

La formation de sucre est aussi très considérable dans ce cas. En effet, $1,26 + 0,28 > 1,39$. La dialyse est de 20 pour 100 des matières sucrées.

Enfin, voici un cas d'hyperglycémie colossale due à l'influence combinée de l'ablation du pancréas et d'une infusion intra-veineuse d'eau salée :

Chien 2278 *bis*, 24 heures après l'ablation du pancréas et l'infusion intra-veineuse de 20^{cm^3} d'eau salée :

Sérum témoin.........	6,74	6,75	0,01	
Liquide intérieur......	4,68	4,70	0,02	0,4
— *extérieur......*	2,11	2,43	0,32	13

La dialyse atteint ici 33 pour 100.

Dans ce dernier cas, ainsi que chez le chien précédent, la proportion d'acide glycuronique B est assez forte dans le liquide extérieur. D'autres fois, elle y est faible, ou même nulle. Ainsi, certaines conjugaisons glycuroniques sont facilement dialysables, et pas d'autres.

En résumé, le sucre du sérum *normal* ne dialyse pas, dans les conditions où nous nous sommes placés. Mais il dialyse dans beaucoup de cas anormaux, notamment quand le sérum renferme du sucre de nouvelle formation. Ces faits sont en faveur de l'idée qu'à l'état *normal* le sucre n'est pas libre dans le sang. Or, s'il est combiné, même très lâchement, aux matières albuminoïdes, on comprend qu'il ne puisse passer facilement dans l'urine.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, l'Ouvrage suivant :

Psychologie du nombre et des opérations élémentaires de l'Arithmétique, par S. Santerre, avec une préface par le Dr Pierre Janet. (Présenté par M. de Lapparent.)

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur la transformation de M. Darboux et l'équation fondamentale des surfaces isothermiques.* Note de M. **Rudolf Rothe.**

Dans la Note suivante je vais montrer une relation remarquable qui existe entre la transformation de M. Darboux des surfaces isothermiques et une certaine équation aux dérivées partielles du quatrième ordre dont dépend la détermination des surfaces isothermiques. La transformation est donnée par le théorème suivant que l'on doit à M. Darboux (¹) :

Si les deux nappes d'une enveloppe de sphères sont représentées l'une sur l'autre d'une manière conforme par leurs lignes de courbure, elles sont des surfaces isothermiques.

L'éminent géomètre a démontré que la recherche analytique de cette question conduit au système suivant d'équations [système différentiel fondamental, d'après la notation de M. Bianchi (²)] :

$$(1)\quad \begin{cases} \dfrac{\partial\lambda}{\partial\rho} = \mathrm{H}\xi, \\ \dfrac{\partial\lambda}{\partial\rho_1} = \mathrm{H}\xi_1, \end{cases}$$

$$(2)\quad \begin{cases} \dfrac{\partial\xi_1}{\partial\rho} = \dfrac{\partial\log\mathrm{H}}{\partial\rho_1}\xi, \\ \dfrac{\partial\xi}{\partial\rho_1} = \dfrac{\partial\log\mathrm{H}}{\partial\rho}\xi_1, \end{cases}$$

$$(3)\quad \begin{cases} \dfrac{\partial\sigma}{\partial\rho} = \dfrac{\xi}{\mathrm{H}}, \\ \dfrac{\partial\sigma}{\partial\rho_1} = -\dfrac{\xi_1}{\mathrm{H}}, \end{cases}$$

$$(4)\quad \begin{cases} \dfrac{\partial\mu}{\partial\rho} = -r_1\mathrm{H}\xi, \\ \dfrac{\partial\mu}{\partial\rho_1} = -r_2\mathrm{H}\xi_1, \end{cases}$$

(¹) G. Darboux, *Sur la déformation des surfaces du second degré et sur les surfaces isothermiques* (*Comptes rendus*, t. CXXVIII, 1899, p. 1299).

(²) L. Bianchi, *Ricerche sulle superficie isoterme e sulla deformazione delle quadriche* (*Annali di Matematica*, 3ᵉ série, t. XI, 1905, p. 93).

$$(5)\quad \begin{cases} \dfrac{\partial\xi}{\partial\rho} = \mathrm{H}m\sigma + \dfrac{m\lambda}{\mathrm{H}} + r_1\mathrm{H}\mu - \dfrac{\partial \log \mathrm{H}}{\partial\rho_1}\xi_1, \\ \dfrac{\partial\xi_1}{\partial\rho_1} = \mathrm{H}m\sigma - \dfrac{m\lambda}{\mathrm{H}} + r_2\mathrm{H}\mu - \dfrac{\partial \log \mathrm{H}}{\partial\rho}\xi, \end{cases}$$

$$(6)\quad \mu^2 + \xi^2 + \xi_1^2 = 2m\lambda\sigma,$$

en désignant par ρ, ρ_1 les paramètres isothermiques des lignes de courbure et par r_1, r_2 les courbures principales de l'une des deux nappes (J), dont le carré de l'élément linéaire s'exprime par la formule

$$ds^2 = \mathrm{H}^2(d\rho^2 + d\rho_1^2);$$

de plus, σ, λ, μ, ξ, ξ_1 signifient les fonctions inconnues et m une constante arbitraire. Les formules

$$\mathrm{H}\mathrm{H}^* = \frac{\lambda}{\sigma}, \qquad \begin{aligned} r_1^*\mathrm{H}^* &= -r_1\mathrm{H} - \frac{\mu}{\lambda\sigma}\left(\mathrm{H}\sigma - \frac{\lambda}{\mathrm{H}}\right), \\ r_2^*\mathrm{H}^* &= \quad r_2\mathrm{H} + \frac{\mu}{\lambda\sigma}\left(\mathrm{H}\sigma + \frac{\lambda}{\mathrm{H}}\right) \end{aligned}$$

donnent les grandeurs correspondantes de la seconde nappe (J*).

M. Bianchi a désigné cette transformation par D_m et remarqué ([1]) que, l'existence du système de M. Darboux supposée, il y a une surface isothermique ($\bar{\mathrm{J}}$) tout à fait différente de (J*) dont l'élément linéaire est déterminé par la formule

$$(7)\quad d\bar{s}^2 = \frac{\mathrm{H}^2}{\lambda^2}(d\rho^2 + d\rho_1^2),$$

les courbures principales étant données par les équations

$$(8)\quad \bar{r}_1 = \mu + \lambda r_1, \qquad \bar{r}_2 = \mu + \lambda r_2.$$

La transformation qui effectue le passage de la surface (J) à la surface ($\bar{\mathrm{J}}$) est désignée par T_m et nommée *associée* à la transformation de M. Darboux.

En vue des recherches ultérieures, je rappelle encore la transformation C bien connue de Christoffel, qui conduit à une surface isothermique (J′) dont l'élément linéaire est déterminé par la formule

$$ds'^2 = \frac{1}{\mathrm{H}^2}(d\rho^2 + d\rho_1^2)$$

([1]) L. Bianchi, *Complementi alle ricerche sulle superficie isoterme* (*Annali di Matematica,* 3e série, t. XI, 1905, p. 93).

et dont les courbures principales sont données par les équations

$$(9) \qquad r'_1 = H^2 r_1, \qquad r'_2 = -H^2 r_2.$$

M. Bianchi a démontré la relation symbolique

$$D_m = T_m C T_m^{-1},$$

d'après laquelle la transformation D_m se réduit à l'associée et celle de Christoffel.

On sait que la détermination des surfaces isothermiques les plus générales dépend de l'intégration d'une équation aux dérivées partielles du quatrième ordre. En introduisant les fonctions

$$R = H(r_1 - r_2), \qquad R' = H(r_1 + r_2)$$

et en me servant des abréviations $\mathfrak{F}(z) = \frac{1}{z}\frac{\partial^2 z}{\partial\rho\,\partial\rho_1}$ de M. Darboux et $\Delta z = \frac{\partial^2 z}{\partial\rho^2} + \frac{\partial^2 z}{\partial\rho_1^2}$, j'ai démontré, dans ma thèse de Doctorat [1], que l'équation

$$\mathfrak{F}\left(z\Delta \log z + \frac{1}{4}z^3\right) = \mathfrak{F}\left(\frac{1}{z}\right)$$

ou

$$\Delta\mathfrak{F}(z) + \frac{1}{2}\frac{\partial^2(z^2)}{\partial\rho\,\partial\rho_1} = 0$$

a, pour toute surface isothermique, les intégrales $z = R$ et $z = R'$ et peut être considérée comme l'*équation du problème* des surfaces isothermiques. M. Calapso, qui l'a retrouvée il y a quelques années, la nomme l'*équation fondamentale* [2].

Supposé qu'on ait trouvé une solution $z = R$ de l'équation fondamentale, il y a une infinité de surfaces ayant commune la solution $z = R$; *je les appelle des surfaces* associées *à la solution* $z = R$; par exemple, les surfaces liées par une transformation de Christoffel sont associées, puisque

(1) R. Rothe, *Untersuchungen über die Theorie der isothermen Flächen* [*Inaugural-Dissertation*, Berlin (Mayer et Müller), 1897].

(2) P. Calapso, *Sulla superficie a linee di curvatura isoterme* (*Rendiconti de. Circolo matematico di Palermo*, t. XVII, 1903, p. 275). Voir aussi le Mémoire du même auteur *Alcune superficie di Guichard e le relative trasformazioni* (*Annali di matematica*, 3e série, t. XI, 1905, p. 201).

cette transformation ne fait que changer R en R′ et R′ en R, comme les formules (9) le montrent. De même on reconnaît aisément, au moyen des formules (8), que les surfaces liées par la transformation associée sont aussi associées au sens de la définition précédente.

La relation, annoncée plus haut, entre les transformations et l'équation fondamentale, s'énonce maintenant par la proposition suivante :

Étant donnée une surface isothermique, toutes les surfaces associées en proviennent par l'application de la transformation associée ou de la transformation de Christoffel.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les solutions uniformes de certaines équations fonctionnelles.* Note de M. **Fatou**, présentée par M. Appell.

Soit $\theta(u)$ une fraction rationnelle de degré $q > 1$; posons $u_1 = \theta(u)$, $u_n = \theta(u_{n-1})$ et soit α une racine de

$$(1) \qquad u - \theta(u) = 0 \qquad [|\theta'(\alpha)| < 1].$$

Il existe alors un cercle $C : |u - \alpha| = r$, tel que, pour u intérieur à C, on ait :

$$|u_1 - \alpha| < k|u - \alpha|, \qquad \lim u_n = \alpha \qquad (k < 1).$$

Si, au contraire, $|\theta'(\alpha)| > 1$, u_n ne peut pas tendre vers α (¹). Mais lorsqu'on fait décrire à u le plan complexe tout entier, la délimitation des domaines de convergence correspondant aux divers points-racines de (1) est généralement difficile. L'étude de certains cas particuliers montre qu'effectivement les frontières sont en général de nature compliquée.

I. Supposons que l'équation (1) ait une seule racine vérifiant la condition $|\theta'(\alpha)| < 1$, soit $\alpha = 0$. Supposons que C puisse être choisi assez grand pour renfermer à son intérieur tous les points critiques de la fonction algébrique inverse de $\theta(u)$. Supposons en outre (bien que cela ne soit pas indispensable) que $\theta(u)$ soit nulle à l'infini. Soit E_n l'ensemble des points u tels que l'on ait

$$|u| > r, \quad |u_1| > r, \quad \ldots, \quad |u_{n-1}| > r, \quad |u_n| \geqq r, \quad |u_{n+1}| < r, \quad \ldots,$$

E_{n+1} est contenu dans E_n; E_n est l'ensemble des points intérieurs à

(¹) Cf. Kœnigs, *Sur les équations fonctionnelles* (*Comptes rendus*, décembre 1884).

q^n courbes fermées Γ_n complètement extérieures les unes aux autres : chaque courbe Γ_n renferme à son intérieur le même nombre q de courbes Γ_{n+1}. Si l'inégalité

$$|\theta'(u)| > A > 1$$

est vérifiée pour les points de Γ_n, à partir d'un certain rang, on sera certain que la longueur de chacune de ces courbes tend vers zéro; l'ensemble E, limite de E_n, est alors un ensemble *parfait, partout discontinu;* u_n tend vers zéro, sauf quand le point initial appartient à E (1).

Ce fait se présente pour $\theta(u) = \frac{u^2}{u^2+2}, \frac{u^3}{u^3+2}, \frac{u^m}{u^m+2}$ $(m > 2), \ldots$ Pour toutes ces fractions $\theta(u)$, les équations fonctionnelles

$$F[\theta(u)] = F(u) + u,$$
$$F[\theta(u)] = \theta'(0)F(u) \qquad [\text{si } \theta'(0) \neq 0]$$

et quelques autres (appartenant aux types d'équations étudiées par M. Kœnigs) *admettent des solutions régulières pour $u = 0$, uniformes dans tout le plan et méromorphes sauf aux points d'un ensemble parfait discontinu.*

L'équation

$$F[\theta(u)] = cF(u),$$

c étant une constante quelconque, aura aussi des solutions uniformes sans coupure, mais avec un point essentiel à l'origine.

Comme application, considérons l'algorithme suivant; soient a et b deux nombres quelconques; posons

$$a_1 = \frac{a+b}{2}, \qquad b_1 = \frac{a^2+b^2}{a+b},$$
$$a_2 = \frac{a_1+b_1}{2}, \qquad b_2 = \frac{a_1^2+b_1^2}{a_1+b_1},$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots, \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots$$

L'étude de la convergence des a_n, b_n se ramène à celle des u_n liés par la relation : $u_{n+1} = \frac{u_n^2}{2+u_n^2}$. On trouve ainsi que a_n et b_n tendent toujours vers une même limite : $M(a, b) = M(b, a)$.

Si l'on pose : $M(1, z) = \varphi(z)$, la fonction φ vérifie les équations fonc-

(1) Il est clair que E renferme les *antécédents* et les *conséquents* de tous ses points; d'ailleurs E contient évidemment tous les points *périodiques* autres que zéro.

tionnelles

$$\varphi(z) = z\varphi\left(\frac{1}{z}\right),$$
$$\varphi(z) = \frac{1+z}{2}\varphi\left[\frac{2(1+z^2)}{(1+z)^2}\right].$$

Cette fonction est holomorphe à l'origine et dans le demi-plan $R(z) > 0$. Elle a comme points singuliers une infinité de pôles simples et les points limites de ces pôles qui forment un ensemble discontinu E; au voisinage des points de E, $\varphi(z)$ est complètement indéterminée.

II. Supposons qu'il y ait plusieurs points limites; on aura alors des régions de convergence séparées par des lignes. *En général, ces lignes ne seront pas analytiques.*

Il suffit pour s'en assurer de prendre l'exemple simple $\theta(u) = \frac{u^2+u}{2}$. On démontre que u_n tend vers zéro ou vers l'infini dans deux régions séparées par une courbe Γ, symétrique par rapport à l'axe réel et possédant la transformation simplement rationnelle en elle-même : $U = \frac{u+u^2}{2}$. Γ étant supposée avoir une équation de la forme

$$\bar{u} = \varphi(u) \qquad (u = x + iy,\ \bar{u} = x - iy)$$

où φ est analytique, la considération des deux équations

$$\varphi[\theta(u)] = \theta[\varphi(u)],$$
$$\varphi[\varphi(u)] = u,$$

que φ devrait vérifier, permet de démontrer que l'on aboutit à une contradiction [1].

Les équations fonctionnelles considérées plus haut auront, pour ce choix de la fonction θ, des solutions uniformes pour lesquelles Γ est une coupure.

Ainsi, des équations fonctionnelles simples conduisent à introduire des transcendantes uniformes possédant des ensembles parfaits discontinus de singularités, ou des coupures non analytiques. On sait d'ailleurs que des faits analogues se présentent déjà dans la théorie des fonctions automorphes.

---

[1] Les raisonnements employés s'appliquent d'ailleurs à des cas plus généraux.

CHIMIE PHYSIQUE. — *La mécanique de l'ionisation par solution.* Note de M. **Gustave-D. Hinrichs.** (Extrait.)

... Il faut étudier la *mécanique de l'acte de solution.* C'est ce que j'ai fait ces deux dernières années, et voici le résultat général de ce travail.

Comme la question des charges électriques est dominante, il faudra bien se rappeler que l'eau pure n'est point conductrice, mais plutôt isolante, d'après les recherches de Kohlrausch. De plus, il faut bien comprendre (1) que dans l'état liquide les molécules tournent autour de leur axe naturel pour lequel le moment d'inertie est minimum; c'est communément l'axe géométrique le plus long.

Considérons le cas le plus simple et le plus commun : la solution du sel dans l'eau, à la température ordinaire (2).

Si l'on ajoute un peu de sel pulvérisé à une quantité considérable d'eau, le solide disparaît; on a une solution du sel. Comment les molécules du sel ont-elles acquis la rotation de l'état liquide à plusieurs centaines de degrés de température au-dessous de leur point de fusion?

Evidemment les molécules du sel ont été séparées l'une de l'autre par la trituration des molécules de l'eau en rotation rapide; puis elles ont été entraînées par le même mouvement des molécules de l'eau. C'est donc le travail mécanique des molécules de l'eau qui fait la solution; l'abaissement de température ou la chaleur latente de fusion est l'expression de la diminution de la vitesse angulaire de rotation des molécules actives.

On comprendra par là aisément les faits communs de solution : la saturation, l'influence de la température initiale; que presque tous les sels ont quelque solubilité dans l'eau, même le chlorure d'argent; l'influence déterminante de la forme des molécules du menstrue aussi bien que du solide, ce qui fait qu'il n'y a presque aucun cas de solution qui soit exactement identique avec un autre. Il ne sera point nécessaire ici de considérer ces conditions élémentaires.

Mais le frottement des molécules du solide par les molécules rotatoires de l'eau, isolant électrique, produira de l'électricité statique. Les deux électricités, positive et négative, sont produites en quantités exactement

(1) Voir *Comptes rendus,* t. LXXVI, 1873, p. 1357; t. CXIII, 1891, p. 468. — *Beiträge,* 1872 (édit. Leipzig, 1892, p. 3-8). — *The Method of quantitative induction,* Davenport and Leipzig, 1872, p. 36.

(2) Au rouge, le sel devient liquide par la chaleur seule.

égales. Cette électricité ne pouvant s'échapper à travers l'eau isolante, les deux atomes de la molécule du sel en sont chargés : l'atome de sodium reçoit l'électron positif; l'atome de chlore, l'électron négatif. Par cet acte la combinaison chimique de ces deux atomes est dissociée et *les deux atomes, chacun chargé d'un électron, sont devenus des ions.*

Si la solution est assez diluée, chaque molécule du sel est entourée d'un très grand nombre de molécules, d'eau non conductrice; donc les ions produits seront bien isolés et pourront se mouvoir assez librement sans perdre leur charge électrique. Mais si par la solution de plus de sel le nombre de molécules d'eau pour chaque molécule de sel est diminuée, l'isolation moléculaire des ions diminuera aussi; c'est-à-dire que le pour 100 des molécules en solution qui sera ionisé diminuera rapidement avec la concentration de la solution. *Il n'y aura ionisation complète qu'en solution très diluée.*

Voilà le fondement posé de la mécanique de l'ionisation par solution simple. La rotation des molécules du menstrue effectue la solution et l'ionisation en même temps. Donc *l'hypothèse d'Arrhénius est devenue un théorème démontré de la mécanique moléculaire.*

De même, toute la chimie moderne des solutions est devenue une confirmation de la rotation des molécules des liquides autour de leur axe naturel à moment d'inertie minimum. Enfin, les difficultés assez nombreuses offertes aux chimistes modernes par les solutions non diluées sont dissipées par cette étude plus étendue.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les fonctions chimiques des textiles.* Note de M. **Léo Vignon**, présentée par M. H. Moissan.

J'ai démontré (*Comptes rendus*, 10 février, 23 avril 1890) que si l'on immerge la soie, la laine et le coton dans des liqueurs acides alcalines ou salines de composition connue, placées dans le calorimètre, on constate qu'il se produit des phénomènes thermiques nets, constants et mesurables.

Les nombres obtenus prouvent que la laine et la soie possèdent des fonctions acides et des fonctions basiques, tandis que le coton n'accuse que des fonctions acides faibles.

Les recherches faites, dans ces dernières années, sur la constitution des matières albuminoïdes et de la cellulose ont confirmé ces déductions.

Elles ont établi en effet qu'au point de vue chimique les textiles animaux devaient être considérés comme des acides aminés et les textiles végétaux comme des alcools (*Comptes rendus*, 28 septembre 1898).

La question présentant une grande importance pour la Chimie des textiles et la théorie de leurs nombreuses applications (teinture, impression, etc.), j'ai repris l'étude de la détermination des fonctions des textiles envisagées comme molécules chimiques.

Dans ce but, des écheveaux de textile de poids connu ont été laissés pendant 1 heure à la température ordinaire dans des solutions aqueuses à 1 pour 100 et à 1 pour 1000 d'acides, de bases et de sels neutres.

On a dosé dans les solutions les acides, les bases, les sels neutres *avant* et *après* l'action du textile et l'on a pu déterminer ainsi :

K poids en grammes d'acide, de base ou de sel neutre, dans 100g de la solution *avant* traitement;

K_1 poids d'acide, base, sel en grammes dans 100g de la solution *après* contact avec le textile;

K_2 poids d'acide, base, sel en grammes, *fixé* par 100g de textile traité (non compris l'acide, base ou sel d'imprégnation).

J'appelle le rapport $\frac{K_2}{K_1}$ coefficient de partage de l'acide, base ou sel entre le textile et l'eau.

Les textiles dégraissés ont été complètement épuisés à l'eau distillée avant les déterminations. Voici les résultats :

1° *Action des acides* (SO^4H^2).

Textile.	Textile : environ 10g. SO^4H^2 à 1 pour 100 : 400g.					Textile : environ 10g. SO^4H^2 à 1 pour 1000 : 400g.				
	Poids du textile.	K.	K_1.	K_2.	$\frac{K_2}{K_1}$.	Poids du textile.	K.	K_1.	K_2.	$\frac{K_2}{K_1}$.
Soie écrue.....	10	1,015	0,959	2,169	2,26	9,92	0,098	0,054	1,77	32,77
Soie décreusée.	8,63	1,015	0,985	1,379	1,40	10,30	0,098	0,070	1,06	14,93
Coton.........	9,12	1,015	1,016	nul	nul	9,13	0,098	0,095	nul	nul
Laine.........	9,85	1,015	0,902	4,379	4,85	9,70	0,098	0,026	2,90	111,5

2° *Action des bases* [$Ba(OH)^2$].

Textile.	Textile : environ 10g. $Ba(OH)^2$ à 1 pour 100 : 350g.					Textile : environ 10g. $Ba(OH)^2$ à 1 pour 1000 : 350g.				
	Poids du textile.	K.	K_1.	K_2.	$\frac{K_2}{K_1}$.	Poids du textile.	K.	K_1.	K_2.	$\frac{K_2}{K_1}$.
Laine....	10,16	1,103	0,853	4,916	5,76	9,78	0,105	0,037	2,379	64,5
Coton....	9,77	1,103	1,026	2,673	2,60	9,53	0,105	0,094	0,388	4,127

Pour éviter la carbonatation de la baryte, les échantillons de textile et la solution barytique ont été secoués pendant 1 heure à l'agitateur mécanique dans un poudrier de verre bouché à l'émeri.

3° *Action des sels neutres* (NaCl).

Des essais faits dans les conditions précédentes avec le coton, la laine et les solutions au centième et au millième de chlorure de sodium, ont montré qu'il n'y avait aucun changement dans la concentration du chlorure de sodium après l'immersion des textiles.

Comme terme de comparaison, j'ai répété les expériences précédentes avec du charbon de bois pulvérisé, complètement épuisé par l'eau distillée, puis séché. 10g de charbon de bois pulvérisé ont été mis en contact et agités pendant 1 heure avec des solutions d'acide sulfurique, de baryte, de chlorure de sodium à 1 pour 100 et 1 pour 1000. Les résultats ont été négatifs dans tous les cas. La présence du charbon n'a modifié en rien l'état d'équilibre des solutions. K_2 est nul.

Il ressort de ces expériences qu'en présence de l'eau :

1° Les textiles doivent être envisagés indépendamment de leur structure filamenteuse et du développement de leur surface qui leur donne les propriétés des corps poreux (*Comptes rendus*, 4 juillet 1898), comme des molécules chimiques spécifiquement *actives;*

2° Les textiles animaux ont des fonctions chimiques acides et basiques;

3° Les textiles végétaux sont privés de fonctions basiques et possèdent des fonctions acides faibles comparables à celle des alcools;

4° Les corps poreux comme le charbon de bois pulvérisé sont inertes au point de vue chimique.

En outre, une conclusion curieuse se dégage de l'action des textiles sur les solutions acides basiques ou salines de concentration différente.

L'activité chimique, acide ou basique, des textiles augmente avec la dilution de la solution aqueuse. Les variations du rapport $\frac{K_2}{K_1}$ le prouvent. Cette activité chimique est donc liée à la dilution et, par suite, à l'ionisation des solutions employées. Elle explique l'épuisement de certains bains de teinture par les textiles.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Condensation des nitriles acétyléniques avec les amines. Méthode générale de synthèse de nitriles acryliques β-substitués β-aminosubstitués.* Note de MM. **Ch. Moureu** et **I. Lazennec**, présentée par M. H. Moissan.

Si l'on met en contact un nitrile acétylénique $R - C \equiv C - C \equiv Az$ avec une amine primaire ou secondaire grasse, une vive réaction ne tarde pas à se déclarer, qui se manifeste par un échauffement notable du mélange. Il est bon, étant donnée la violence de l'attaque, de diluer les deux corps réagissants dans un solvant tel que l'alcool, et de chauffer ensuite pendant quelque temps la liqueur alcoolique. La réaction s'effectue exactement molécule à molécule, et le nouveau composé se forme en quantité théorique.

L'action de la pipéridine sur le nitrile phénylpropiolique, par exemple, donne ainsi naissance à un produit dont la formule correspond à la combinaison intégrale, en proportions moléculaires, des deux substances mises en œuvre :

$$\underbrace{C^6H^5 - C \equiv C - C \equiv Az}_{\text{Nitrile phénylpropiolique.}} + \underbrace{AzHC^5H^{10}}_{\text{Pipéridine.}} = C^{14}H^{16}Az^2.$$

Les amines aromatiques peuvent également réagir sur les nitriles acétyléniques; mais l'attaque est en général lente, et la réaction n'a pas le netteté qu'on rencontre dans le cas des amines grasses.

De quelle manière se fait l'union de l'amine avec le nitrile acétylénique? L'action des acides sur le produit formé va immédiatement nous permettre de répondre à cette question :

Chauffons, par exemple, avec de l'acide chlorhydrique étendu le corps résultant de la combinaison du nitrile phénylpropiolique avec la pipéridine; nous le décomposons ainsi rapidement et complètement, avec formation du nitrile β-cétonique correspondant ou cyanacétophénone, et la pipéridine est régénérée :

$$C^{14}H^{16}Az^2 + H^2O = \underbrace{C^6H^5 - CO - CH^2 - CAz}_{\text{Cyanacétophénone.}} + \underbrace{AzHC^5H^{10}}_{\text{Pipéridine.}}.$$

Ce dédoublement, d'une grande netteté, montre clairement que, en agissant sur le nitrile, l'amine s'était fixée sur la liaison acétylénique, de la manière suivante :

$$\underbrace{C^6H^5 - C \equiv C - C \equiv Az}_{\text{Nitrile phénylpropiolique.}} + \underbrace{AzH - C^5H^{10}}_{\text{Pipéridine.}} = \underbrace{\begin{array}{l} C^6H^5 - C = CH - C \equiv Az. \\ \quad\quad\;\; | \\ \quad\quad AzC^5H^{10} \end{array}}_{\text{Nitrile } \beta\text{-phényl-}\beta\text{-pipéridyl-acrylique.}}$$

Cette fixation exigeant la présence d'au moins 1^{at} d'hydrogène lié à l'azote de l'amine, il est évident que les amines primaires et secondaires seront seules aptes à réagir.

Quant à l'hydrolyse, elle se conçoit sans difficulté :

$$\underbrace{\begin{array}{l} C^6H^5 - C = CH - C \equiv Az + H^2O \\ \quad\quad\;\; | \\ \quad\quad AzC^5H^{10} \end{array}}_{\text{Nitrile } \beta\text{-phényl-}\beta\text{-pipéridylacrylique.}}$$

$$= \underbrace{AzHC^5H^{10}}_{\text{Pipéridine.}} + \underbrace{C^6H^5 - C(OH) = CH - C \equiv Az \rightarrow C^6H^5 - CO - CH^2 - C \equiv Az.}_{\text{Cyanacétophénone.}}$$

Nous avons établi le caractère général de ces réactions en étudiant les produits obtenus avec trois amines grasses : la diéthylamine, la benzylamine et la pipéridine, d'une part, et trois nitriles : les nitriles amylpropiolique, hexylpropiolique et phénylpropiolique, d'autre part.

Les nouveaux composés sont des corps neutres. Un fait très remarquable est leur grande sensibilité à l'égard des acides : il suffit, pour opérer le dédoublement, de diriger un courant de gaz HCl dans une solution éthérée du produit, ou de mélanger simplement, en quantités théoriques, cette solution éthérée avec une solution éthéro-alcoolique d'acide picrique ou d'acide oxalique.

Par contre, nos composés semblent très stables vis-à-vis des alcalis : après avoir chauffé pendant 10 heures le nitrile β-phényl-β-pipéridylacrylique avec de la potasse alcoolique ou de la potasse aqueuse, nous l'avons retrouvé sensiblement intact.

Voici les composés nouveaux que nous avons préparés :

1. Nitrile β-amyl-β-benzylamino-acrylique : $C^5H^{11}-\underset{\displaystyle AzH-CH^2-C^6H^5}{C}=CH-CAz$ ... Fond à 64°-65°.

2. Nitrile β-amyl-β-pipéridyl-acrylique : $C^5H^{11}-\underset{\displaystyle AzC^5H^{10}}{C}=CH-CAz$....... Distille à 218°-219° (corr.) sous 23mm. $D^{24°}=0,950$.

3. Nitrile β-hexyl-β-benzylamino-acrylique : $C^6H^{13}-\underset{\displaystyle AzH-CH^2-C^6H^5}{C}=CH-CAz$ ... Fond à 48°.

4. Nitrile β-hexyl-β-pipéridyl-acrylique : $C^6H^{13}-\underset{\displaystyle AzC^5H^{10}}{C}=CH-CAz$....... Distille à 236°-238° (corr.) sous 27mm. $D^{24°}=0,943$.

5. Nitrile β-phényl-β-benzylamino-acrylique : $C^6H^5-\underset{\displaystyle Az-CH^2-C^6H^5}{C}=CH-CAz$ ..... Fond à 86°.

6. Nitrile β-phényl-diéthylamino-acrylique : $C^6H^5-\underset{\displaystyle Az(C^2H^5)^2}{C}=CH-CAz$....... Fond à 70°.

7. Nitrile β-phényl-β-pipéridyl-acrylique : $C^6H^5-\underset{\displaystyle AzC^5H^{10}}{C}=CH-CAz$....... Fond à 92°.

En résumé, les nitriles acétyléniques $R-C\equiv C-CAz$ s'unissent directement aux amines primaires et secondaires, en donnant des nitriles acryliques β-substitués β-aminosubstitués $R-\underset{\displaystyle Az=}{C}=CH-CAz$. Ceux-ci sont des corps neutres, facilement hydrolysables par les acides, avec formation de nitriles β-cétoniques $R-CO-CH^2-CAz$ et régénération des amines. Ce mode indirect de fixation d'eau sur la liaison acétylénique est nouveau et fort curieux. Nous nous proposons de le généraliser.

MINÉRALOGIE. — *Sur les enroulements hélicoïdaux dans les corps cristallisés.* Note de M. **Fred. Wallerant**, présentée par M. de Lapparent.

M. Michel Lévy a montré que, dans certains sphérolites de calcédoine, l'orientation optique variait d'une façon continue le long d'une fibre; il y a enroulement hélicoïdal autour de la bissectrice obtuse des axes optiques, bissectrice qui est parallèle à l'axe de la fibre.

Je suis parvenu à déterminer cet enroulement dans un grand nombre de

corps par deux procédés différents. Tout d'abord, quand deux corps sont isodimorphes, leurs mélanges cristallisés présentent généralement une lacune et, si on les fait fondre dans des proportions correspondant à cette lacune, on obtient par refroidissement un conglomérat de deux espèces de cristaux, à moins toutefois qu'il n'y ait surfusion, auquel cas il n'y a pas séparation des éléments, mais formation d'un mélange cristallisé, homogène, qui en général se présente en sphérolites avec enroulement hélicoïdal; tel est le cas des mélanges cristallisés de bromate et d'azotate de soude, dont les fibres présentent un enroulement lévogyre autour de l'axe moyen.

Mais on détermine ces enroulements surtout en mélangeant au corps considéré une substance qui, fondue isolément, ne cristallise que très difficilement par suite de surfusion. Considérons par exemple la malonamide, qui est dimorphe : l'une des modifications est biaxe faiblement biréfringente, l'autre au contraire est très biréfringente, mais l'angle des axes optiques est petit. Or, si l'on mélange à cette malonamide de l'acide santonique, et si l'on fait cristalliser par fusion, on obtient côte à côte des sphérolites des deux modifications : dans les sphérolites de la modification instable peu biréfringente (*fig.* 1), l'enroulement, qui est lévogyre, se fait autour de l'axe moyen : les fines bandes noires de la figure correspondent aux points où les axes optiques sont verticaux, et les milieux des bandes claires aux points pour lesquels les bissectrices ont la même orientation. La figure 2 représente un sphérolite de la modification stable très biréfringente : l'enroulement toujours lévogyre se fait autour de la bissectrice obtuse; il ne faut pas oublier que dans la figure la bande noire correspond non seulement à la bissectrice aiguë, mais encore aux deux bandes rouges qui, dans la préparation, vue en polarisation chromatique, bordent la bande noire centrale.

Il est à remarquer que les propriétés optiques des deux modifications ne sont nullement modifiées par la présence de l'acide santonique, dont la proportion dans le mélange peut être très élevée et aller jusqu'à 50 pour 100; quand la proportion de l'acide augmente le pas de l'hélice diminue. Il est donc fort probable que dans ces édifices cristallins l'acide n'est pas cristallisé par suite de surfusion, mais simplement interposé entre les éléments du corps cristallisé.

Pour un corps donné, l'enroulement se fait généralement dans un sens déterminé; mais cependant l'acide glycolique donne des sphérolites, dans

lesquels les fibres s'irradient symétriquement par rapport à un plan et, de chaque côté de ce plan, l'enroulement se fait en sens inverse, de façon à conserver la symétrie. Il est inutile de citer tous les corps dans lesquels nous avons déterminé des enroulement analogues à ceux que nous venons

Fig. 1.

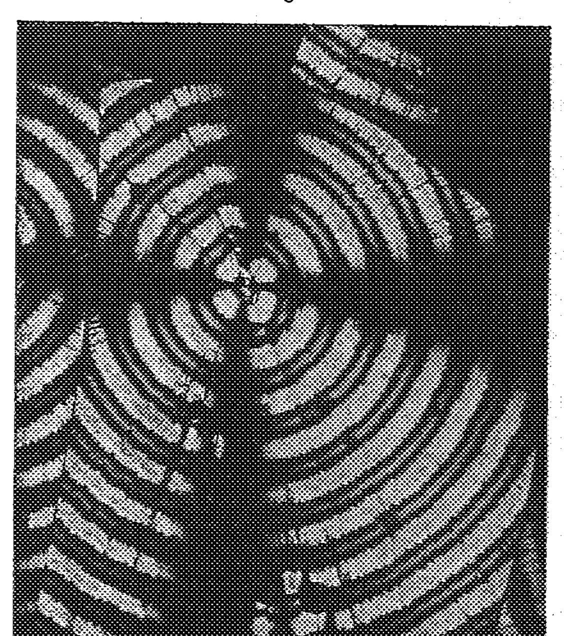
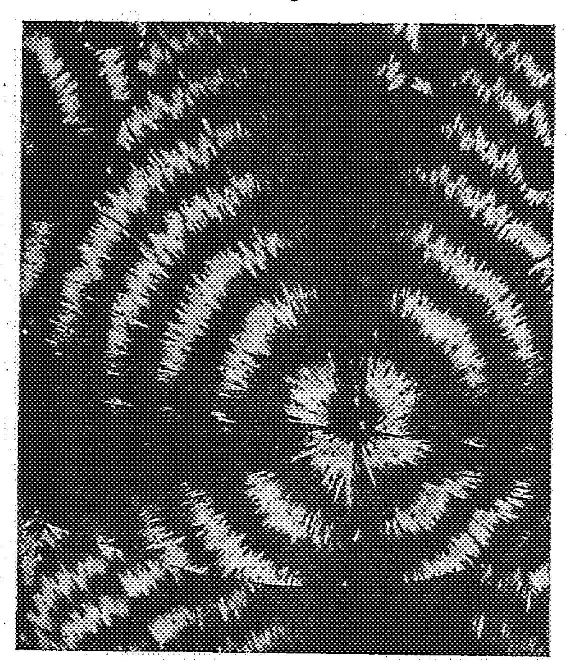


Fig. 2.



de décrire, et qui se font généralement autour de l'un des axes d'élasticité optique. Cependant, dans la modification solide stable du *p*-azoxyanisol qui est uniaxe, on détermine, par l'adjonction d'acide santonique, des enroulements autour d'une droite, qui fait un angle de 45° environ avec l'axe optique.

Je terminerai en faisant remarquer que fort probablement l'enroulement de la calcédoine est dû à la présence de l'eau, interposée entre les éléments de la silice.

ANATOMIE. — *Sur un troisième canal mandibulaire chez l'enfant.* Note de M. R. ROBINSON, présentée par M. Edmond Perrier.

A côté des deux canaux dentaires, transitoire et permanent, qui parcourent le maxillaire inférieur du fœtus humain et que Rambaud et Renault ont remarquablement décrit, il en existe un troisième qui a passé inaperçu jusqu'à ce jour et qu'on peut nommer le troisième canal dentaire.

Ce conduit commence en arrière de la dernière molaire, dans la région du diastème postmolaire, suivant l'expression de Pelletier; par un petit orifice ovalaire, il se dirige de haut en bas et de dedans en dehors pour s'ouvrir dans le canal dentaire permanent à la base de l'épine de Spix. Je l'ai toujours trouvé chez les jeunes enfants, que j'ai examinés dans le laboratoire de mon maître, M. Rieffel, chef des travaux anatomiques; mais, à partir de l'âge de huit ans, il paraît s'atrophier et ne laisse comme trace de son existence qu'une dépression plus ou moins marquée, qui correspond à l'orifice de sortie. Cette dépression a été vue par quelques anatomistes, entre autres par Graf Spee, qui le considèrent comme un alvéole rudimentaire. Je ne partage pas cette façon de voir, car, comme le fait bien remarquer Ledouble, il n'y a pas d'alvéole préexistant, c'est la dent qui produit l'alvéole. Or, dans nos pièces, il n'y avait pas trace de germe de dent.

Le troisième canal dentaire est un canal vasculaire, contenant un fin ramuscule des vaisseaux dentaires inférieurs. Il est lié au développement de la mandibule. Il dépend d'un défaut de soudure entre le bord supérieur de la lame de Spix ou pièce operculaire et le bord interne de la pyramide de la pièce coronoïdienne.

Pourquoi ce canal existe-t-il chez l'enfant et disparaît-il chez l'adulte? — Chez le nouveau-né, la branche montante du maxillaire est très réduite et le canal dentaire commence à la base du condyle et parcourt toute la mâchoire.

L'apophyse coronoïde a déjà une artère nourricière très nette. A mesure que la mandibule se développe, le canal dentaire s'éloigne du condyle, de sorte que la base de la branche montante reste à une certaine distance de l'entrée du canal. L'artère dentaire donne des rameaux dentaires en nombre égal à celui des racines de dents correspondantes. Le diastème post-molaire ne pourrait recevoir ainsi aucun vaisseau et la nutrition de la partie basilaire de la branche ascendante serait fortement compromise,

d'autant que cette portion de la mâchoire a un développement assez tardif. Lorsque celui-ci marche avec plus d'intensité les quelques grêles vaisseaux nourriciers qu'elle reçoit ne pourraient y suffire. Il lui faut donc une circulation plus active et c'est, sans doute, pour répondre à ce besoin que le troisième canal est constitué. Dès que le développement est près de s'achever, le canal s'oblitère petit à petit. Il n'en reste comme vestige que la dépression dont j'ai parlé et que j'ai également constatée chez le cynocéphale, le chimpanzé noir, la girafe, le rhinocéros, l'hippopotame, l'éléphant, etc.

La fermeture du troisième canal n'a rien d'extraordinaire, puisque nous savons que le canal permanent lui-même se rétrécit et s'oblitère avec l'âge. C'est un fait de physiologie générale que, la fonction supprimée, l'organe subit le même sort.

Je me contente aujourd'hui de ces notions préliminaires sur le troisième canal dentaire. J'indiquerai seulement que ce dernier n'a pas un simple intérêt anatomique, mais qu'il intervient sans doute dans la pathogénie de certaines tumeurs kystiques du maxillaire inférieur, d'une part, et dans les accidents de l'éruption de la dent de sagesse, d'autre part.

PATHOLOGIE. — *Pénétration du* Treponema pallidum *dans l'ovule*. Note de MM. LEVADITI et SAUVAGE, présentée par M. Laveran.

Magalhaès (1) et Simmonds (2) ont déjà constaté la présence des tréponèmes de Schaudinn dans l'ovaire des nouveau-nés et des macérés hérédosyphilitiques. Mais personne, à notre connaissance, n'a révélé la pénétration de ces parasites dans l'ovule même. Nous avons pu fournir la preuve de cette pénétration, à la suite de recherches microscopiques concernant l'ovaire d'un enfant hérédo-syphilitique ayant succombé dans le service de M. le professeur Pinard, et dont voici l'observation :

Enfant né prématurément, pesant à la naissance 2600g; placenta : 480g. La mère a des syphilides pigmentaires sur le cou. Elle a eu déjà trois grossesses avec deux autres procréateurs : 1° expulsion d'un fœtus mort et macéré; 2° enfant né prématurément, ayant présenté une éruption syphilitique le second jour et mort à trois mois; 3° à terme (traitement mercuriel), enfant mort à six mois; placenta : 670g.

L'enfant qui fait l'objet de cette étude n'a présenté rien d'anormal pendant les dix

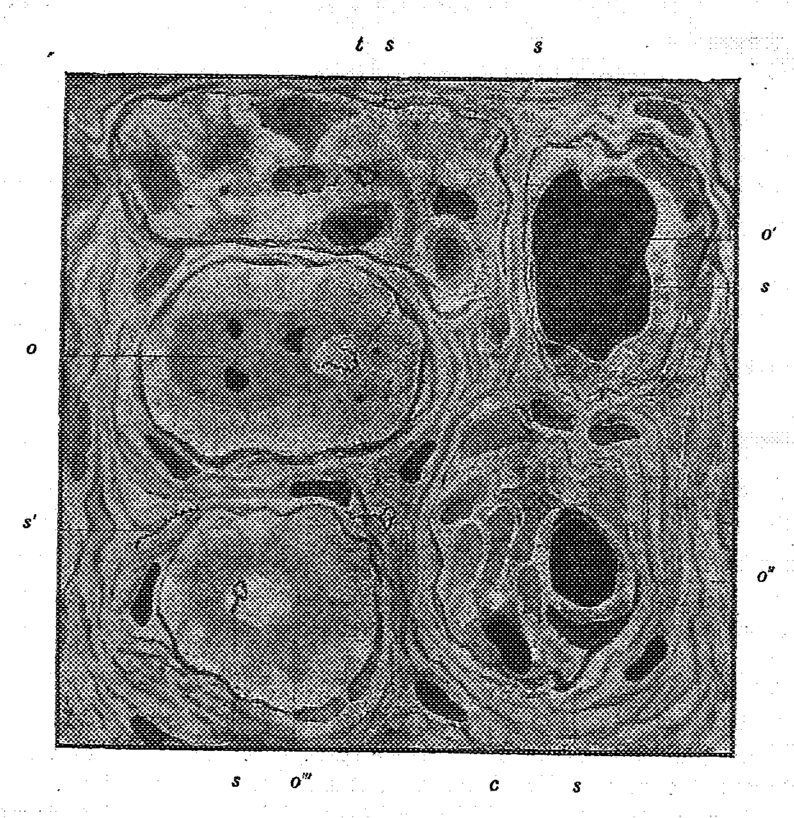
(1) MAGALHAÈS, *Do Treponema pallidum* (*Thèse* de Rio de Janeiro, 1906).

(2) SIMMONDS, *Münch. mediz. Woch.*, 1906, n° 27.

premiers jours de sa vie. A la fin du premier mois, il eut une éruption de syphilides sur le tronc et les membres, et des fissures labiales. Il succomba le trentième jour après sa naissance.

A l'autopsie [1], on constata un foie silex, riche en tréponèmes et des capsules surrénales hypertrophiées.

Nous avons recherché les tréponèmes dans des coupes d'ovaire imprégné à l'argent (ancienne méthode de Levaditi). Malgré la présence d'un assez grand nombre de parasites dans le *stroma ovarien*, ce n'est qu'après l'examen de nombreuses coupes que nous avons pu découvrir quelques tréponèmes typiques dans les cellules ovulaires.



Dans le protoplasma de deux ovocytes (*o* et *o''*), le tréponème incurvé (*s*) occupe une vacuole sise près du noyau, dans une région correspondant au corps vitellin de

(1) Les organes ont été fixés au formol, à un moment où les tréponèmes étaient vivants et mobiles.

Balbiani. D'autres follicules de Graff (o' et o''), atteints d'atrésie folliculaire, montrent des ovocytes réduits de volume, en état de dégénérescence granuleuse, et une prolifération de cellules folliculaires (c). Des tréponèmes (s), droits ou entortillés, existent dans le protoplasma de ces ovules atrésiés.

En dehors des ovocytes, on décèle des parasites, soit dans le tissu interfolliculaire (s') (libres ou phagocytés), soit dans l'épithélium germinatif qui tapisse les cordons de Valentin-Pflüger (t, s). Quelques tréponèmes existent également dans les cellules de la couche granuleuse des follicules de Graff.

En présence de ces faits, on est autorisé à affirmer que le *Treponema pallidum est capable d'envahir les follicules de Graff et de pénétrer dans l'ovocyte*. Il se comporte donc à la façon du spirille de la *Tick-fever*, qui, d'après R. Koch, envahit l'œuf de l'*Ornithodoros moubata* et du *Sp. gallinarum*, lequel, suivant Levaditi et Manouélian, pénètre dans l'ovule des poules infectées.

On conçoit l'intérêt d'une telle constatation, au point de vue de la transmission héréditaire de la syphilis de la mère à l'enfant. De nouvelles recherches montreront si l'ovocyte infecté par le tréponème est capable d'évoluer et d'être fécondé. Néanmoins, *l'existence d'une infection spirochétienne de cet ovocyte rend bien probable la transmission de la syphilis de la mère au rejeton par l'ovule, en dehors de toute infection par voie placentaire évoluant pendant la grossesse.*

M. **J. Constantin** adresse deux Notes intitulées : *Contribution à l'étude de l'aviation* et *Descente d'un plan sous l'effet d'un mouvement de bascule.*

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

M. **E. Wiart** adresse une *Théorie sur la densité de la vapeur.*

(Renvoi à la Section de Physique.)

A 4 heures l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 8 octobre 1906.

Introduction à la théorie des nombres transcendants et des propriétés arithmétiques des fonctions, par Edmond Maillet. Paris, Gauthier-Villars, 1906; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Jordan. Hommage de l'auteur.)

Cours de Chimie organique, par Fred. Swarts, avec figures. Paris, A. Hermann, 1906; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

L'hélice propulsive, théorie et pratique, par E. Brosser. Paris, A. Challamel, 1907; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Contribution à l'étude de la fragilité des métaux. Critique de l'épreuve de choc, par M. Brosser. Paris, Gauthier-Villars, 1906; 1 fasc. in-4°.

Pour rester jeune, 1re, 2e, 3e parties, par E. Detois. Aurillac, Roux, 1906; 3 fasc. in-12. (Hommage de l'auteur, M. E. Dupin.)

M. Zoel G. de Galdeano, professeur à l'Université de Saragosse, adresse en hommage l'ensemble des Ouvrages qu'il a publiés sur les Sciences mathématiques.

Ouvrages reçus dans la séance du 15 octobre 1906.

Institut de France. Académie des Sciences. Observatoire d'Abbadia. *Observations,* t. IV. *Observations faites au cercle méridien en* 1904 *par MM.* Verschaffel, Lahourcade, Sougarret, Bergara, Sorreguieta *et* Goulart, publiées par M. l'Abbé Verschaffel, Directeur de l'Observatoire. Hendaye (B.-P.), imprimerie de l'Observatoire d'Abbadia, 1906; 1 vol. in-4°.

Psychologie du nombre et des opérations élémentaires de l'Arithmétique : La genèse des premières notions de l'Arithmétique; notions de suite, de nombre, de somme et de différence, produit et quotient, par S. Santerre, avec une préface par le Dr Pierre Janet. Paris, Octave Doin, 1907; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. de Lapparent.)

Sur les polynomes dérivés, par Antonio Cabreira. Toulouse, imp. Douladoure-Privat, 1906; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Il termo, metallo che sta prima dell'uranio e del radio; studio critico di Fisica nuova di Molteni Paolo. Gênes, 1906; 1 fasc. in-8°.

Ueber clado- und holohepatische nudibranchiate Gastropoden, von R. Bergh, mit 1 Tafel. Iéna, 1906; 1 fasc. in-8°.

Di alcuni vini che contengono una elevata percentuale di alcool, per Napoleone Passerini. Modène, 1906; 1 fasc. in-8°.

Sulla vinificazione con moderate dosi di solfiti aggiunte al mosto e con fermenti selezionati adattati al mezo solforoso, Nota del Prof. NAPOLEONE PASSERINI. Pise, 1906; 1 fasc. in-8°.

Royal Institution of Great Britain. List of the members, officers and professors, 1906. Londres, 1906; 1 fasc. in-8°.

Proceedings of the Royal Institution of Great Britain; vol. XVIII, part I. Londres, 1906; 1 vol. in-8°.

Year book of the Michigan college of Mines, 1905-1906. Houghton, Michigan, 1906; 1 fasc. in-12.

Views at the Michigan college of Mines. Houghton, Michigan; 1 fasc. in-12 oblong.

Jahresbericht des Direktors des königlichen geodätischen Instituts, für die Zeit von April 1905 *bis April* 1906. Potsdam, 1906; 1 fasc. in-8°.

Seismometrische Beobachtungen in Potsdam in der Zeit vom 1. *Januar bis* 31. *Dezember* 1905, von O. HECKER. Berlin, 1906; 1 fasc. in-8°.

Lotabweichungen, Heft III : *Astronomisch-geodätisches Netz I. Ordnung nördlich der europaïschen Längengradmessung in* 52 *Grad breite,* von A. BÖRSCH. Berlin, 1906; 1 vol. in-4°.

Bestimmung der absoluten Grösse der Schwerkraft zu Potsdam mit Reversionspendeln, von F. KÜHNEN und PH. FURTWÄNGLER. Berlin, 1906; 1 vol. in-4°.

Annalen der schweizerischen meteorologischen Central-Anstalt 1904. Zurich, Zürcher et Furrer; 1 vol. in-8°.

Materyaly antropologiczno-archeologiczne i etnograficzne; t. VIII, Cracovie, 1906; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 1er octobre 1906.)

Note de M. *G. Arrivaut*, Sur les constituants des alliages de manganèse et de molybdène :

Page 464, ligne 14 en remontant, *au lieu de* les bisulfites, *lisez* les bisulfates.

Page 465, lignes 3 et 2 en remontant (Tableau), *au lieu de*

Mn^2...........	22,26
Mo...........	77,74

lisez

Mn...........	22,26
Mo^2...........	77,74

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 OCTOBRE 1906,

PRÉSIDENCE DE M. H. POINCARÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HYDRODYNAMIQUE. — *Du travail emmagasiné dans la houle trochoïdale.* Note de M. **Émile Bertin**.

A mesure qu'elle se soulève, la houle régulière de la mer emmagasine un travail mécanique, qui peut être appelé son potentiel et qui se compose de deux parties distinctes :

1° Force vive des molécules dans le mouvement orbitaire T_i, qui peut être restitué comme travail d'inertie;

2° Travail de la pesanteur dû à l'élévation de la position des molécules ou plutôt du centre de leurs orbites au-dessus de la position initiale. Cette élévation, pour une orbite de rayon r, a pour valeur

$$\frac{1}{2}\frac{\pi r^2}{L}, \tag{1}$$

L étant la demi-longueur de la houle.

La force vive T_i et le travail de la pesanteur T_p, sur une longueur égale à l'unité, suivant les génératrices, ont pour expression commune

$$T_i = T_p = \frac{\delta L h^2}{4}\left(1 - \frac{\pi^2}{2}\frac{h^2}{L^2}\right), \tag{2}$$

δ étant le poids spécifique de l'eau.

Comme la genèse du clapotis n'était pas encore établie, lorsque j'ai obtenu cette formule, en 1871, l'égalité des deux parties du potentiel de la houle m'a paru une simple circonstance fortuite, à laquelle je n'ai pas

cherché d'explication. Cette égalité pouvait être prévue, d'après ce que nous savons aujourd'hui de la manière dont le clapotis dérive de la houle; elle est, en effet, indispensable, pour que le clapotis s'accomplisse suivant la théorie approximative en vigueur.

Le clapotis, considéré comme produit par la superposition de deux houles identiques mais de directions contraires, se manifeste par le soulèvement et l'abaissement alternatif d'ondes immobiles atteignant une hauteur maximum double de celle d'une des houles composantes. Les molécules décrivent des trajectoires rectilignes d'une amplitude totale égale au double du diamètre des orbites de la houle, et passent toutes au même instant à l'extrémité et au centre de leurs trajectoires. Au milieu de la demi-période séparant la formation d'un sommet et celle d'un creux en un même point, la superficie du liquide forme un plan horizontal.

Dans un semblable mouvement, la force vive devient nulle au moment où les ondes atteignent leur maximum de hauteur et d'acuité, parce que toutes les molécules sont immobiles à l'extrémité des trajectoires qu'elles vont parcourir en sens inverse. A ce moment le potentiel du clapotis se compose uniquement du travail de la pesanteur dû à l'élévation des centres d'oscillation au-dessus de la position des molécules au repos. Cette élévation est la même que dans une houle de hauteur double, parce que les couches horizontales ont la même forme trochoïdale dans les deux mouvements.

Dans ce même clapotis, le travail de la pesanteur devient nul à l'instant où les molécules liquides atteignent leur vitesse linéaire maximum en passant par leurs centres d'oscillation, parce que, la superficie du liquide étant redevenue un plan horizontal, toutes les molécules ont dû redescendre à la position qu'elles occupent au repos. A cet instant, le potentiel du clapotis se compose uniquement de la force vive des molécules, et, comme la vitesse est le double de la vitesse tangentielle sur les orbites des houles composantes, cette force vive est la même que dans une houle de hauteur double.

Le potentiel du clapotis parvenu à un état permanent est constant. Donc, dans une houle de la même hauteur qu'un clapotis quelconque, les deux parties du potentiel, force vive et travail de la pesanteur, doivent être égales entre elles; donc elles sont égales entre elles dans toutes les houles.

PHYSIQUE. — *De la distillation et de la dessiccation dans le vide à l'aide des basses températures.* Note de MM. D'ARSONVAL et BORDAS.

La dessiccation des substances nécessite souvent des précautions pour éviter leur altération. Il faut donc, dans ce cas, opérer soit à l'abri de l'air, soit à une température inférieure à celle où commence l'altération des produits. En pratique on obvie à ces inconvénients par l'emploi d'appareils spéciaux à distillation sous pression réduite ou simplement en se servant de la cloche à vide dite *à dessiccation*.

Dans l'un et l'autre cas, le vide que l'on obtient ne peut être parfait; attendu que les vapeurs qui se dégagent développent une tension telle que le vide est détruit même sous les cloches renfermant des corps absorbants, tels que SO^4H^2 ou P^2O^5.

Nous avons imaginé un appareil qui permet de conserver le vide primitif aussi longtemps que dure la distillation: les vapeurs dégagées sont immédiatement condensées, au fur et à mesure de leur production. La condensation est obtenue au moyen de basses températures produites à l'aide d'air liquide ou d'acide carbonique, neige dissoute à l'état pâteux dans l'acétone. Par conséquent, toute tension de vapeur antagoniste est, de ce fait, annulée. En outre, les produits de la distillation ne sont aucunement altérés et sont recueillis sans perte et peuvent être examinés, pesés au besoin, après leur liquéfaction.

D'autre part, le dispositif de notre appareil permet d'obtenir un vide absolu, au moyen d'un tube à charbon de bois qui absorbe les dernières traces de gaz et, le cas échéant, l'air qui pourrait pénétrer par des joints incomplètement obturés de l'appareil. Pour s'assurer qu'il n'existe aucune fuite, nous utilisons le tube de Crookes comme manomètre; c'est à vrai dire celui qui nous rend le plus de services dans la circonstance.

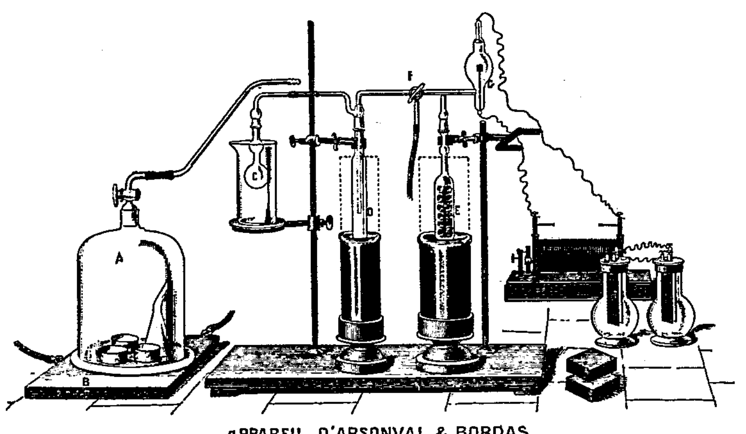
Ce principe étant établi, nous allons donner la description des différentes parties de notre appareil à distiller dans le vide, ainsi que sa manipulation.

Il se compose essentiellement (figure ci-après) :

1° D'un tube D condenseur de vapeur dont l'extrémité supérieure s'adapte à un tube horizontal par un rodage à l'émeri. Il communique : à gauche, avec un ballon C ou une cloche A, à robinet, montée sur platine rodée; à droite, avec le tube à char-

bon E, au moyen d'un tube horizontal recourbé verticalement et dont l'extrémité pénètre aux $\frac{3}{4}$ dans l'intérieur du tube condenseur D;

2° D'un tube à charbon E, également relié à l'appareil par un rodage à l'émeri. Il renferme du charbon de bois, qui a été débarrassé de tous les gaz occlus et des huiles



APPAREIL D'ARSONVAL & BORDAS
pour distillation dans le vide

empyreumatiques par un chauffage préalable en vase clos. Pour augmenter la surface de contact du charbon avec le tube, ce dernier porte des cavités extérieures, système Vignereux.

Un robinet à trois voies F fait communiquer l'appareil avec une trompe à eau. De plus, ce robinet peut isoler la partie droite de la partie gauche de l'appareil. Le tube horizontal est terminé à l'extrémité droite par une ampoule de Crookes formant manomètre; les électrodes sont reliées à une bobine d'induction. Enfin deux tubes de d'Arsonval-Dewar permettent de contenir le liquide réfrigérant, soit air liquide ou CO^2, neige dissoute dans l'acétone.

Remarque. — Dans le montage de l'appareil, les joints à l'émeri sont enduits d'une graisse formée, parties égales, de vaseline et de cire d'abeilles.

Fonctionnement. — Les deux vases de d'Arsonval-Dewar étant remplis d'air liquide ou CO^2 dissous dans l'acétone, le ballon C contenant un produit à distiller (ou la cloche A, renfermant des produits à dessécher, montée sur platine B) est relié par un caoutchouc à vide avec l'extrémité du tube horizontal de l'appareil.

Plonger le tube D dans le liquide réfrigérant en soulevant avec précaution le vase de d'Arsonval-Dewar.

Faire le vide, dans tout l'appareil, au moyen de la trompe à eau et par l'intermédiaire du robinet à trois voies F. La distillation commence aussitôt que la trompe produit son effet; les vapeurs arrivent dans le tube D par le haut, tombent verticalement et se congèlent immédiatement au contact de la paroi froide. La trompe ayant donné son vide maximum on l'interrompt au moyen du robinet F et l'appareil n'a donc plus de communication avec l'extérieur.

Plonger le tube à charbon E dans le liquide réfrigérant en soulevant doucement le vase de d'Arsonval-Dewar. A ce moment, si l'on fait passer l'étincelle dans le tube de Crookes, on constate d'après l'effluve que le vide devient de plus en plus parfait, car on passe successivement du vide de Geissler au vide de Crookes et enfin à celui de Hittorf. Ce dernier n'est obtenu qu'avec l'air liquide, celui de Geissler avec CO^2 acétoné.

La distillation se fait, dès lors, normalement; nous ferons remarquer que le tube D doit plonger dans le liquide réfrigérant, de telle sorte que l'extrémité du tube inférieur à D soit à $0^m,03$ environ du niveau du liquide réfrigérant. Au fur et à mesure que les vapeurs se congèlent, on monte le vase de d'Arsonval-Dewar de manière que le tube D ne puisse pas se boucher (1). On constate, du reste, que la distillation se fait convenablement en observant le dégagement de CO^2 ou d'air qui s'échappe du vase de d'Arsonval-Dewar.

Lorsque la distillation ou les dessiccations sont terminées, faire rentrer l'air doucement par le robinet F, qui se dessèche en pénétrant dans l'appareil par suite de la condensation de la vapeur d'eau, au contact de la paroi froide.

Remarque. — Il faut faire attention de ne pas laisser rendre les gaz du charbon sans les mettre en communication avec l'atmosphère; car, la pression des gaz produite par l'échauffement du tube à charbon pourrait produire une rupture de l'appareil. En outre, il suffit de laisser le charbon dégager ses gaz, à la température ordinaire, pour qu'il soit suffisamment régénéré. Cependant, de temps en temps, on peut chauffer à 50° environ le tube à charbon en même temps qu'on fait le vide sur le tube, on a ainsi une régénération complète du charbon.

En résumé, grâce à ce dispositif, on peut obtenir, en 3 heures, des extraits de vins qui réclament, comme on le sait, 3 jours de dessiccation dans le vide. Il en est de même pour les extraits de vins, de liqueurs, de cidre, de bière, etc.

On peut dessécher complètement et en quelques minutes, et cela sans altération, des farines, des sucres, ainsi que des sérums, vaccins, etc.

Les distillations de substances altérables à l'air se font aussi avec la plus grande facilité; cette méthode est susceptible de nombreuses applications

(1) Dans le cas où le tube D viendrait à se boucher, le dégagement précipité se ralentit, la cloche et les tubes se recouvrent de vapeur d'eau. Pour rétablir la distillation, on enlève le tube D de la manière suivante :

Fermer le robinet R de la cloche, tourner le robinet à trois voies F de telle sorte que le tube à charbon soit isolé. Retirer le tube D qui est alors nettoyé, séché et replacé. Faire communiquer le tube D avec la trompe à eau et faire le vide; le tube à charbon E et la cloche A restant toujours isolés. Au bout de 3 minutes, isoler la trappe qui a produit son effet maximum et mettre le tube D en communication avec le tube à charbon. Les gaz résiduels sont instantanément absorbés; ouvrir le robinet R et la distillation continue comme précédemment.

dans les recherches toxicologiques et, en général, pour tous ceux qui étudient les produits facilement oxydables.

M. **Émile Bertin** fait hommage à l'Académie d'une Brochure intitulée : *Les vagues de la mer. Leur dimension et les lois du mouvement de l'eau.*

M. **Pierre Duhem** fait hommage à l'Académie d'un Ouvrage qu'il vient de publier sous le titre : *Recherches sur l'élasticité.*

CORRESPONDANCE.

Le Prince **Roland Bonaparte** et M. **J. Carpentier** prient l'Académie de les compter au nombre des candidats à l'une des places vacantes dans la Section des Académiciens libres.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Le procès-verbal des séances du Comité de l'Association internationale des Académies tenues du* 30 *mai au* 1er *juin* 1906.

2° *Le carbone et son industrie,* par Jean Escard. (Présenté par M. H. Moissan.)

3° *Congrès préhistorique de France. Compte rendu de la première session.* Périgueux, 1905. (Présenté par M. de Lapparent.)

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Contribution à l'étude de l'émission calorifique du Soleil.* Note de MM. **G. Millochau** et **C. Féry**, présentée par M. J. Janssen.

Dans une précédente Note (1) nous avons indiqué le principe de la méthode qui nous a servi à étudier l'émission solaire, et dans quelles conditions cette émission a été mesurée.

Avant de donner les résultats numériques auxquels ces mesures nous

(1) *Comptes rendus,* 8 octobre 1906.

ont conduits, nous devons dire quelques mots de l'étalonnage du télescope employé comme pyrhéliomètre.

Une étude préalable avait montré que, lorsque la température de la soudure chaude du couple thermo-électrique employé ne dépassait pas de plus de 25° la température ambiante, la déviation du galvanomètre était rigoureusement proportionnelle à la surface du diaphragme.

On s'est donc astreint, dans toutes les mesures sur le Soleil, à ne pas dépasser la déviation galvanométrique de 1 millivolt correspondant précisément à 25° d'échauffement de la soudure centrale de l'appareil.

Pour cela, on donnait au diaphragme en secteurs, limitant le faisceau incident, une ouverture angulaire assez faible pour réduire à environ 1 millivolt la déviation obtenue.

Pour l'étalonnage, au contraire, qui ne peut être effectué que sur des sources à température relativement basse, on a employé le diaphragme à pleine ouverture, ou on l'a même supprimé, ce qui doublait encore la sensibilité de l'appareil. On a dû tenir compte également du tirage du télescope, qui visait, pour l'étalonnage, des corps rayonnants assez rapprochés.

Toutes ces corrections faites, on a trouvé que l'appareil suivait la loi de Stefan avec le coefficient suivant :

$$T = 0,705\sqrt[4]{\delta},$$

en prenant, comme source calorifique, un four électrique à résistance de platine qui a été porté à 1673° absolus et la loi

$$T = 0,715\sqrt[4]{\delta},$$

en visant sur le cratère d'un arc électrique dont la température a été admise égale à 3773° absolus (δ est exprimé en microvolts pour la pleine ouverture du diaphragme).

Dans la présente Note nous ne nous occuperons que des mesures faites en pointant le centre de la surface solaire.

En admettant un pouvoir émissif égal à l'unité, on trouverait, avec le coefficient 0,705 et pour les mesures faites aux trois stations suivantes :

Meudon, altitude	150^{m}	4820° absolus
Chamonix, altitude	1030	5140 absolus
Sommet du mont Blanc, altitude	4810	5560 absolus

Ces valeurs ont été obtenues en prenant la moyenne de plusieurs obser-

vations; on n'a pas tenu compte de la mesure unique faite aux Grands-Mulets par un temps peu favorable.

Toutes ces mesures ont été faites en pointant le centre du Soleil lorsque cet astre était au voisinage du zénith.

Voici, pour montrer l'influence de l'épaisseur d'air traversée, une série complète de mesures faites au sommet d'heure en heure.

h.	Température apparente du Soleil.
8 matin	5500° absolus
9	5520
10	5540
11	5540
12	5540
1 soir	5540
2	5540
3	5520
4	5500
5	5425
6	5140

La température maxima observée au sommet a été de 5590° absolus en prenant l'étalonnage fait sur le four électrique, et de 5660° en adoptant la constante obtenue par l'arc électrique.

Ces résultats peuvent être corrigés grossièrement des effets dus à l'absorption atmosphérique.

Si l'on connaît en effet le rayonnement zénithal I, et le rayonnement I′ dans une direction faisant un angle α avec le précédent, il est facile de calculer le rapport des épaisseurs d'air traversées $\frac{x'}{x} = \frac{1}{\cos\alpha} = A$ en négligeant la courbure de la Terre.

On aura alors

$$I = I_0 e^{-kx} \quad \text{rayonnement zénithal,}$$
$$I' = I_0 e^{-Akx} \quad \text{» oblique.}$$

Nous avons trouvé ainsi $kx = 0,0246$ pour un angle de 60° et 0,0288 pour 75° avec le zénith.

Ceci donne immédiatement le nombre de millivolts I_0 qui aurait été obtenu en l'absence de l'atmosphère.

La température corrigée de l'absorption atmosphérique serait alors de 5620° en admettant le coefficient moyen 0,0267 et en partant de l'étalonnage fait sur le four électrique.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Recherches sur les raies telluriques.* Note de M. **Milan Štefánik**, présentée par M. J. Janssen.

Lorsque j'ai réussi à rendre visible, en employant la méthode des écrans, une grande partie du spectre infra-rouge, j'ai étudié cette région au point de vue de l'absorption tellurique. Je me suis livré à mes recherches à l'Observatoire de Meudon ; ensuite, sur la proposition de M. Janssen, président de l'Association de l'Observatoire du mont Blanc, elles ont été continuées à Chamonix (altitude 1060^{m}), aux Grands-Mulets (3050^{m}) et enfin au sommet du mont Blanc (4810^{m}).

L'histoire des raies telluriques commence avec les noms de Zantedeschi, Róch, Brewster, Gladstone et Piazzi Smith. Ils ont observé, les premiers, des bandes et des raies dans le spectre solaire, quand le Soleil était près de l'horizon. L'origine de cette absorption a été longtemps soupçonnée, mais non pas démontrée.

En 1862, M. Janssen inaugurait la belle série de ses recherches sur les raies telluriques. Il a résolu en lignes les bandes *atmosphériques* et les a nommées *telluriques,* nom qui fut adopté par le monde scientifique. M. Janssen démontra également le premier, et d'une façon irréfutable, que ces raies sont permanentes et dues à l'absorption de notre atmosphère, il prouva également que les agents les plus puissants d'absorption sont la vapeur d'eau et l'oxygène.

Je citerai encore parmi ceux qui apportèrent leur contribution à l'étude des raies telluriques : Angström, P. Secchi, Crocé-Spinelli et Sivel (ascension en ballon, 1874), Russel, Abney, Fievez, Thollon (monographie du groupe D), Olszewski (expérience avec oxygène liquide), de la Baume (étude du groupe B), Cornu (qui a perfectionné la méthode de Thollon fondée sur le principe de Fizeau-Doppler), Egoroff (s'est fait connaître surtout par ses fructueuses recherches sur l'origine de A et B).

Toutes ces études s'étendent à la partie ordinairement visible du spectre. Afin de les poursuivre dans la partie moins réfrangible que A, M. Janssen m'autorisa, avec une grande bienveillance, à faire construire un spectroscope convenable pour ce genre de recherches.

J'ai réussi à réaliser un dispositif d'instrument très lumineux et composé de pièces optiques réduisant le plus possible les pertes de lumière par absorption et réflexion.

Un miroir concave projette l'image sur la fente, derrière laquelle un petit miroir plan renvoie le faisceau sur un miroir concave collimateur ; le faisceau parallèle traverse ensuite un prisme cuve (sulfure de carbone) de 23°, fermé par une lame à faces planes parallèles, le fond de ce prisme

est formé par un plan argenté à l'intérieur. Le miroir collimateur reçoit pour la deuxième fois le faisceau déjà réfracté et donne un spectre à son foyer.

Ce spectre est très lumineux et peut être directement utilisé, ou, pour avoir une plus grande dispersion, repris par un petit spectroscope à vision directe.

Celui-ci est mobile parallèlement au spectre pour qu'on puisse recevoir successivement les diverses parties de ce spectre, dont on peut masquer les parties gênantes au moyen d'une troisième fente placée au foyer de l'oculaire.

Le deuxième spectroscope employé est à réseau plan sur métal (de Rowland).

Dans les deux cas, un écran spécial était placé devant la première fente selon la méthode que j'ai déjà indiquée. Cet écran est une cuve d'épaisseur variable, avec lames de fluorine à faces parallèles.

Les observations de Meudon ont déjà montré des variations dans l'intensité de quelques raies de la partie extrême rouge, mais ce sont surtout les études faites au mont Blanc qui m'ont permis de constater leur origine tellurique.

Les meilleurs résultats ont été obtenus les 21, 22 juillet aux Grands-Mulets et 28, 29, 30, 31 juillet au sommet du mont Blanc.

Le coucher du Soleil fut le 21 juillet très intéressant; je l'ai observé avec le spectroscope à prisme. L'état hygrométrique pendant la journée était assez élevé; le ciel d'abord un peu nuageux se dégagea vers le soir; la vallée était couverte d'une nappe brumeuse; le Soleil était à 15° au-dessus de l'horizon, lorsque je commençai à l'observer.

Dans mon spectroscope, de faible dispersion, j'ai vu la région du spectre, qui s'étend de B jusqu'à environ 1^{μ}.

B, *a*, A montraient déjà les effets dus à l'atmosphère et pouvaient servir de comparaison aux raies des autres parties du spectre.

Avec l'abaissement du Soleil j'ai remarqué le renforcement inégal de certaines parties du groupe *a*, l'apparition de quelques faibles bandes entre *a* et A et le renforcement successif des groupes Z, X et région de Π. L'intensité de ces derniers s'accrut très rapidement au moment où le Soleil s'enfonça dans les brumes de l'horizon. Le Soleil prit alors une teinte rouge sang et subit de fortes déformations.

La brume absorbait énormément les rayons. Lorsque la moitié du Soleil était déjà disparue, le spectre devint trop faible pour être vu jusqu'au delà de τ. A me sembla ne former qu'une seule bande, qui se confondit bientôt

avec *a* et puis avec Z, les dernières parties du spectre moins réfrangibles étant déjà invisibles, B ne changea pas sensiblement d'aspect.

Ouvrant alors la fente, je pus encore séparer complètement trois bandes bien foncées et larges, qui correspondaient à A, Z, π, sans y distinguer de détails.

La dernière portion du spectre qui resta visible fut B.

J'ai observé un phénomène analogue au sommet, le 30 juillet, avec le spectroscope à réseau; le coucher du Soleil fut encore plus remarquable ce jour-là. Le disque, de couleur jaune d'or, s'enfonça d'abord dans une première couche de brume, après, une seconde image solaire rouge sang apparut entre cette première couche et une couche inférieure tout à fait opaque. J'ai pu voir d'autres jours ce phénomène plus compliqué encore : le Soleil à son coucher donna une image triple.

Les effets d'absorption ont été ce jour-là, d'une manière générale, les mêmes que ceux déjà décrits. Vers la fin du coucher, A s'étendit de nouveau vers Z et, entre ces deux groupes, apparut une faible bande spéciale que j'avais déjà remarquée en Espagne (près du bord de la mer). L'augmentation d'intensité des groupes Z et π était si considérable, que leur nature tellurique était évidente.

Les études au sommet avec le spectroscope à prisme donnèrent les mêmes résultats qu'aux Grands-Mulets.

Les observations zénithales faites aux Grands-Mulets et à l'altitude de 4810^{m}, avec les deux spectroscopes, ont montré : B et A sont plus faibles qu'à l'horizon (principalement la tête de A), *a* presque invisible; entre $a - A$ aucune trace d'absorption, de Z on voit seulement deux raies (le reste infiniment faible), ces raies sont probablement λ 8160 et 8220, on retrouve également quelques raies du groupe X; dans le spectre moins réfrangible, j'ai cherché inutilement des raies bien définies.

J'ai obtenu à Chamonix, aux Grands-Mulets et au sommet un grand nombre de photographies (suivant le procédé décrit par M. Millochau dans les *Comptes rendus*) avec les deux spectroscopes, le Soleil étant près du zénith et à l'horizon.

GÉOMÉTRIE. — *Surfaces rapportées à leurs lignes de longueur nulle et surfaces isothermiques de première classe.* Note de M. **L. Raffy.**

Pour rapporter une surface (x, y, z) à ses lignes de longueur nulle ($\alpha =$ const., $\beta =$ const.) on peut, avec Ossian Bonnet (*Journ. Éc. Polyt.*,

Cahier XLII, 1867), introduire les deux coordonnées isotropes $x+iy=\xi$, $x-iy=\eta$. Désignant par p, q, r, s, t les dérivées de ξ, par p_1, q_1, r_1, s_1, t_1 celles de η, on a immédiatement

$$(1)\quad d\xi = p\,d\alpha + q\,d\beta, \qquad d\eta = p_1\,d\alpha + q_1\,d\beta, \qquad i\,dz = \sqrt{pp_1}\,d\alpha + \sqrt{qq_1}\,d\beta.$$

L'intégrabilité de dz s'exprime par la condition

$$(2)\qquad \frac{s}{\sqrt{pq}} = \frac{s_1}{\sqrt{p_1 q_1}},$$

dont il suffit de tenir compte pour que les formules (1) fournissent la solution la plus générale du problème.

Soit 2τ la valeur commune des rapports (2); on peut choisir *arbitrairement* la fonction τ. Les identités

$$(3)\qquad \sqrt{p} = \frac{1}{\sqrt{\tau}}\frac{\partial\sqrt{q}}{\partial\alpha},$$

$$(4)\qquad \sqrt{q} = \frac{1}{\sqrt{\tau}}\frac{\partial\sqrt{p}}{\partial\beta}$$

donnent alors, par élimination de q,

$$(5)\qquad \frac{\partial^2\sqrt{p}}{\partial\alpha\,\partial\beta} - \frac{\tau'_\alpha}{2\tau}\frac{\partial\sqrt{p}}{\partial\beta} - \tau\sqrt{p} = 0,$$

équation à laquelle doit satisfaire aussi p_1. On détermine ensuite q et q_1 par l'identité (4), que vérifient également q_1 et p_1.

Tout revient donc à intégrer l'équation (5). Modifiant à peine une dénomination introduite par Ampère, convenons d'appeler *surfaces de première classe* les surfaces telles que les différentielles de leurs coordonnées s'expriment explicitement au moyen de fonctions arbitraires de α et β et de dérivées, en nombre limité, de ces fonctions arbitraires : les surfaces de première classe sont celles pour lesquelles l'intégrale de l'équation (5) s'exprime de cette même manière.

Or, on sait que, pour les équations du type linéaire auquel appartient l'équation (5), la méthode de M. Darboux se confond avec celle de Laplace : la détermination des surfaces de première classe se ramène donc à la formation et à l'intégration de toutes les équations (5) pour lesquelles la suite de Laplace se termine dans les deux sens.

La solution de ce dernier problème résulte de travaux dus à M. Goursat. Dans un premier Mémoire (*Bull. Soc. mathém.*, t. XXV, 1897, p. 36),

M. Goursat démontre que, si la suite de Laplace relative à l'équation (5) se termine dans un sens après n transformations, elle se termine dans l'autre sens après $n-1$ transformations. Il suffit dès lors de considérer une seule des deux suites d'invariants, dont les premiers termes sont :

$$\tau, \qquad \tau_1 = \tau - \frac{\partial^2 \log\sqrt{\tau}}{\partial\alpha\,\partial\beta}, \qquad \tau_2 = \tau_1 - \frac{\partial^2 \log\tau_1\sqrt{\tau}}{\partial\alpha\,\partial\beta}$$

A chaque fonction τ vérifiant soit l'équation $\tau = 0$, soit l'une des équations $\tau_n = 0\,(n = 1, 2, \ldots)$, correspond pour l'équation (5) une intégrale p qui s'exprime de la façon voulue. Dans un travail subséquent (*Bull. Soc. math.*, t. XXVIII, 1900, p. 1), M. Goursat indique le moyen d'intégrer de proche en proche les diverses équations $\tau_n = 0$.

Il est naturel de répartir les surfaces de première classe en divers genres d'après le rang de l'invariant τ_n à l'évanouissement duquel elles correspondent. Mais on peut aller plus loin. J'ai considéré (*Comptes rendus*, 26 juin 1905) comme une équation de Laplace, relativement à φ, l'équation

$$(rt - s^2)\varphi - 2ps\varphi'_\alpha - 2qs\varphi'_\beta + 4pq\varphi''_{\alpha\beta} = 0$$

dont O. Bonnet (*loc. cit.*) a fait dépendre la détermination des surfaces d'élément linéaire $4\varphi^2\,d\alpha\,d\beta$. Cette *équation de déformation* admet deux séries d'invariants $h, h_1, h_2, \ldots; k, k_{-1}, k_{-2}, \ldots$ qui jouissent des propriétés suivantes :

Si $\tau = 0$, *on a* $h = k = 0$. *Si* $h = 0$ *ou si* $k = 0$, *on a* $\tau_1 = 0$. *Si* $\tau_1 = 0$, *on a soit* $h = k = 0$; *soit* $h_1 = 0$, *si* $h \neq 0$; *soit* $k_{-1} = 0$, *si* $k \neq 0$; *soit* $h_1 = k_{-1} = 0$, *si* $hk \neq 0$. *Si* $h_1 = 0$ *ou si* $k_{-1} = 0$, *on a* $\tau_2 = 0$. *Si* $\tau_2 = 0$, *on a soit* $h_1 = k_{-1} = 0$; *soit* $h_2 = 0$, *si* $h_1 \neq 0$; *soit* $k_{-2} = 0$, *si* $k_{-1} \neq 0$; *soit* $h_2 = k_{-2} = 0$, *si* $h_1 k_{-1} \neq 0$.

D'après ces théorèmes et leurs analogues relatifs aux invariants de rang plus élevé, les surfaces du genre défini par l'hypothèse $\tau_{n+1} = 0$ se subdivisent en trois espèces, suivant que les invariants h_n et k_{-n} sont nuls tous les deux, ou qu'un seul est nul ou qu'ils sont tous les deux différents de zéro.

Cette division en espèces est celle que j'ai suivie dans la recherche systématique des surfaces isothermiques de première classe, employant tantôt la condition d'isothermie des lignes de courbure, tantôt l'*équation fondamentale* à laquelle satisfait (voir ma Note précitée) toute coordonnée isotrope d'une surface isothermique, considérée comme fonction des paramètres α et β.

Voici les résultats obtenus :

Le genre défini par l'hypothèse $\tau = 0$ se compose exclusivement des surfaces minima, qui sont isothermiques.

Les surfaces qui constituent le genre suivant sont définies par l'hypothèse $\tau_1 = 0$; leur propriété commune consiste en ce que leur élément linéaire devient celui d'une sphère de rayon 1 quand on le multiplie par le carré de la courbure moyenne. On obtient toutes ces surfaces sans difficulté; mais il est beaucoup moins aisé de séparer celles qui sont isothermiques; elles se répartissent en trois espèces et forment plusieurs variétés.

L'espèce pour laquelle les invariants h et k sont nuls tous les deux comprend les sphères et les surfaces (B) de Bonnet, qu'on déduit des surfaces minima par double inversion singulière.

L'espèce pour laquelle un seul des invariants h et k est égal à zéro est constituée par les surfaces (Θ) de M. Thybaut, surfaces dont les sphères harmoniques sont tangentes à un même plan (non isotrope).

Enfin, l'espèce pour laquelle les deux invariants h et k sont différents de zéro comprend deux variétés, savoir les transformées par normales parallèles (transformation de Bour-Christoffel) des inverses des surfaces minima et des inverses des surfaces (Θ).

La démonstration des résultats énoncés dans cette Note fait l'objet d'un Mémoire qui va paraître dans un autre Recueil.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les surfaces isothermiques.* Note de M. **R. Rothe**.

Dans une Communication antérieure (voir p. 543 de ce Volume) j'ai indiqué la proposition suivante relative à certaines transformations des surfaces isothermiques :

Étant donnée une surface isothermique, toutes les surfaces associées en proviennent par l'application de la transformation associée ou de la transformation de Christoffel.

Voici comment on peut établir cette proposition :

Soit (J) la surface donnée; les formules de Gauss et de Codazzi admettent, dans le cas des surfaces isothermiques, la forme connue

$$\frac{\partial r_1}{\partial \rho_1} + (r_1 - r_2)\frac{\partial \log H}{\partial \rho_1} = 0 \qquad r_1 r_2 = -\frac{1}{H^2}\Delta \log H.$$
$$\frac{\partial r_2}{\partial \rho} + (r_2 - r_1)\frac{\partial \log H}{\partial \rho} = 0$$

Les trois fonctions H, r_1, r_2, déterminées d'après ces équations, constituent la surface (J); il en est de même pour les fonctions H, R, R', qui satisfont aux équations

$$(10) \quad \mathcal{F}(R) = \mathcal{F}\left(\frac{1}{H}\right), \qquad \mathcal{F}(R') = \mathcal{F}(H), \qquad R^2 - R'^2 = 4\Delta \log H,$$

et que j'appelle *les fonctions caractéristiques de la surface* (J). Pour démontrer le théorème que je viens d'énoncer, il faut déterminer toutes les surfaces isothermiques $(\bar{J})$ associées à la surface donnée (J); c'est-à-dire, si $\bar{H}, \bar{R}, \bar{R}'$ sont les fonctions caractéristiques déterminant une surface $(\bar{J})$, et que $z = R$ soit une solution donnée de l'équation fondamentale, déterminer toutes les surfaces $(\bar{J})$, pour lesquelles soit $\bar{R} = R$ soit $\bar{R}' = R$. Je démontrerai d'abord que, dans le premier cas, les surfaces (J) et $(\bar{J})$ sont liées par une transformation *associée*, c'est-à-dire que les équations (1) jusqu'à (6) et les conditions (7) et (8) sont remplies.

Si l'on pose $\bar{H}\lambda = H$, en introduisant l'inconnue λ, on obtient un élément linéaire de la forme (7). On trouve l'équation

$$\mathcal{F}\left(\frac{1}{H}\right) = \mathcal{F}\left(\frac{\lambda}{H}\right),$$

et cette formule est remplie par deux fonctions nouvelles ξ, ξ_1 définies par les équations (1) du système fondamental de M. Darboux et satisfaisant aux équations (2). La condition d'intégrabilité par rapport à λ conduit à l'existence d'une fonction σ de telle manière que les formules (3) sont aussi vérifiées. Pour établir alors les relations (4), on peut définir une fonction μ d'après les formules (8) qui vérifient la condition supposée $\bar{R} = R$, puis appliquer les équations de Codazzi formées par rapport à la surface $(\bar{J})$. La démonstration des formules (5) et (6) exige un calcul moins simple dont j'omets ici les détails. La relation gaussienne établie pour chacune des surfaces (J), $(\bar{J})$ donne d'abord le résultat

$$\frac{1}{H^2}\Delta \log\lambda = \frac{\mu^2}{\lambda^2} + (r_1 + r_2)\frac{\mu}{\lambda},$$

dont M. Raffy fait souvent usage dans ses *Recherches sur les surfaces isother-*

miques (¹). Au moyen des équations (1) et (2) on en déduit

$$\mu^2 + \xi^2 + \xi_1^2 = -\lambda\mu(r_1 + r_2) + \frac{\lambda}{H^2}\Delta\lambda;$$

par conséquent, il existe une fonction χ de telle manière qu'en même temps on a

$$\mu^2 + \xi^2 + \xi_1^2 = 2\lambda\chi \qquad \text{et} \qquad \frac{1}{H^2}\Delta\lambda - \mu(r_1 + r_2) = 2\chi.$$

En dérivant on est conduit à la condition

$$\frac{\partial\chi}{\partial\rho}\frac{\partial\sigma}{\partial\rho_1} - \frac{\partial\chi}{\partial\rho_1}\frac{\partial\sigma}{\partial\rho} = 0,$$

d'où l'on conclut $\chi = \chi(\sigma)$, et l'on obtient les équations

$$\frac{\partial\xi}{\partial\rho} = H\chi + \frac{\lambda}{H}\chi' + \mu H r_1 - \frac{\partial \log H}{\partial\rho_1}\xi_1,$$
$$\frac{\partial\xi_1}{\partial\rho_1} = H\chi - \frac{\lambda}{H}\chi' + \mu H r_2 - \frac{\partial \log H}{\partial\rho}\xi.$$

Les conditions d'intégrabilité auxquelles sont soumises les fonctions ξ, ξ_1 donnent le résultat $\chi''(\sigma) = 0$ ou

$$\chi = m\sigma + m_0,$$

où m et m_0 désignent des constantes arbitraires dont on peut annuler m_0, puisque la fonction σ n'est définie qu'à une constante près. Aussi les formules (5) et (6) du système fondamental de M. Darboux et, par conséquent, toutes les conditions sont-elles remplies auxquelles la transformation associée est soumise.

Il reste le second cas $\overline{R}' = R$. Mais, en appliquant la transformation de Christoffel à la surface $(\overline{J})$, on voit aisément que ce cas peut être réduit immédiatement au premier.

Si l'on supposait que $z = R'$ soit la solution donnée de l'équation fondamentale, on aurait les cas $\overline{R} = R'$ ou $\overline{R}' = R'$, qui demandent une recherche tout à fait conforme à la précédente. Les surfaces associées à une solution donnée de l'équation fondamentale sont ainsi liées nécessairement par une transformation associée ou de Christoffel.

(¹) L. Raffy, *Annales de l'École Normale*, 3ᵉ série, t. XXII, 1905, p. 397.

Il me semble bien que le théorème démontré met en évidence le sens propre de la transformation de M. Darboux et de celles qui s'y rattachent. Cependant, on reconnaît en même temps que ces transformations jouent un rôle tout différent de celui des transformations des surfaces à courbure totale constante. Tandis que celles-ci permettent de dériver, d'une solution donnée de l'équation du problème $\left(\text{dans ce cas l'équation } \Delta \log z = z^2 - \frac{1}{z^2}\right)$, d'autres intégrales particulières en nombre infini, les transformations des surfaces isothermiques, dont il s'agit, ne paraissent point diminuer les difficultés analytiques propres du problème, qui consistent, en premier lieu, dans l'intégration de l'équation fondamentale.

Une étude plus détaillée du système de M. Darboux montre que l'on peut établir, entre les surfaces associées, des relations tout à fait symétriques. On sait que la théorie des surfaces isothermiques se rattache par les liens les plus étroits à celle des équations linéaires aux dérivées partielles du second ordre dont les invariants ont la même valeur. On trouve que cette connexion avec la théorie des équations à invariants égaux, exprimée par la formule (10), peut être maintenue dans les formules existant entre les surfaces associées. Je communique le Tableau suivant contenant les fonctions caractéristiques des surfaces associées par les transformations précédentes :

Surfaces.	Fonctions caractéristiques.	Transformation
(J)	$H, \quad R, \quad R'$	»
(J')	$\frac{1}{H}, \quad R', \quad R$	de Christoffel
$(\bar{J})$	$\bar{H}, \quad R, \quad \bar{R}$	associée à (J)
$(\bar{J}')$	$\bar{H}', \quad R', \quad \bar{R}'$	associée à (J')
(J^*)	$\frac{H}{H\bar{H}'}, \quad \bar{R}, \quad \bar{R}'$	de M. Darboux

Le lecteur pourra y reconnaître aisément la relation symbolique de M. Bianchi.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les conditions d'intégrabilité complète de certains systèmes différentiels.* Note de M. **Riquier**, présentée par M. Émile Picard.

Dans un Mémoire publié il y a quelques années nous avons formulé la définition des systèmes *orthonomes*, et établi un ensemble de conditions

nécessaires et suffisantes pour qu'un pareil système soit complètement intégrable (¹). A cette règle on en peut substituer une autre, qui présente le double avantage d'être, dans bien des cas, notablement plus simple et de s'appliquer à des systèmes différentiels notablement plus généraux.

Considérons d'abord un système différentiel résolu par rapport à certaines dérivées des fonctions inconnues qui s'y trouvent engagées, et tel qu'aucun des premiers membres n'y soit une dérivée de quelque autre; attribuons ensuite aux diverses variables indépendantes des cotes respectives toutes égales à 1, et aux fonctions inconnues des cotes respectives quelconques (positives, nulles ou négatives): cela étant, l'application d'un procédé tout élémentaire permet de donner aux conditions initiales du système une forme telle que diverses circonstances (un peu longues à énumérer, et difficiles, par là même, à indiquer ici) se trouvent réalisées. Nous conviendrons, en pareil cas, d'adopter, pour les conditions initiales, l'écriture à laquelle il vient d'être fait allusion et nous désignerons alors par δ la cote minima des premiers membres du système proposé, par Γ la cote maxima des premiers membres des conditions initiales; enfin, adjoignant par la pensée aux équations du système toutes celles qui s'en déduisent par de simples différentiations d'ordres quelconques, nous partagerons l'ensemble illimité résultant de cette adjonction en groupes limités successifs d'après les cotes croissantes δ, $\delta+1$, $\delta+2$, ... des premiers membres, et nous nommerons S_δ, $S_{\delta+1}$, $S_{\delta+2}$, ... les groupes dont il s'agit.

Cela posé, nous formulerons la proposition suivante :

Considérons un système différentiel satisfaisant à la double condition ci-après : 1° Le système est résolu par rapport à certaines dérivées des fonctions inconnues qui s'y trouvent engagées, aucun des premiers membres n'est une dérivée de quelque autre, et les seconds membres sont indépendants de toute dérivée principale ; 2° En attribuant, dans toutes les équations du système, aux variables indépendantes des cotes respectives toutes égales à 1, et aux fonctions inconnues des cotes respectives convenablement choisies (positives, nulles ou négatives), *chaque second membre ne contient, outre les variables*

(¹) *Sur une question fondamentale du Calcul intégral* (*Acta mathematica*, t. XXIII). Je dois ajouter que la définition des systèmes orthonomes est susceptible d'une légère simplification consistant en ce que l'on peut, sans en restreindre la généralité, *supposer égale à 1 la cote première* (positive) *commune à toutes les variables indépendantes*. J'ai déjà eu l'occasion de présenter cette remarque dans un Mémoire plus récent ayant pour titre : *Sur le degré de généralité d'un système différentiel quelconque* (*Acta mathematica*, t. XXV).

indépendantes, que des quantités (inconnues et dérivées) dont la cote ne surpasse pas celle du premier membre correspondant.

Cela étant, et dans les limites où certaines restrictions d'inégalité (concernant les valeurs des variables indépendantes, des inconnues et de quelques-unes de leurs dérivées paramétriques) se trouvent satisfaites, il faut et il suffit, pour que le système soit complètement intégrable, qu'en éliminant entre les groupes S_δ, $S_{\delta+1}$, ..., $S_{\Gamma+1}$, $S_{\Gamma+2}$ *les diverses dérivées principales qui ont pour cote l'un ou l'autre des entiers (algébriques)* δ, $\delta+1$, ..., $\Gamma+1$, $\Gamma+2$, *les relations résultantes soient vérifiées identiquement (c'est-à-dire pour toutes valeurs numériques des variables, des inconnues et de leurs dérivées paramétriques).*

Dans le cas où les diverses dérivées qui constituent les premiers membres du système proposé appartiennent à des inconnues toutes différentes, il n'y a pas de conditions d'intégrabilité et, dans celui où le système proposé est orthonome, aucune restriction d'inégalité n'est à formuler.

Voici un exemple bien simple où la règle formulée ci-dessus présente un notable avantage sur la règle ancienne, tirée de la considération des dérivées *cardinales*. Supposons qu'un système, impliquant une fonction inconnue u des variables indépendantes x, y, ..., ait pour premiers membres toutes les dérivées d'ordre m de u, les seconds membres ne contenant, avec les variables x, y, ..., que l'inconnue u et ses dérivées d'ordre inférieur à m : pour ce système, évidemment orthonome, la nouvelle règle conduit à ne considérer que des dérivées d'ordre $m+1$; l'ancienne, au contraire, si l'on observe que les dérivées cardinales ont pour ordre maximum $2m$, exigerait un calcul beaucoup plus long, et, parmi les conditions obtenues, un grand nombre se trouveraient n'être que de simples conséquences des autres.

PHYSIQUE. — *Sur la liquéfaction de l'air par détente avec travail extérieur.* Note de M. **Georges Claude**, présentée par M. d'Arsonval.

Dans de précédentes Notes, j'ai indiqué des moyens d'améliorer le rendement de la liquéfaction de l'air par détente avec travail extérieur. Ces moyens ont pour but essentiel de relever la température à laquelle s'effectue la détente et consistent soit dans l'artifice de la liquéfaction sous pression [1], soit dans la combinaison de la liquéfaction sous pression avec

(1) *Comptes rendus*, 13 novembre 1905.

la détente compound (1). Les résultats que j'ai signalés ($0^l,2$ par cheval-heure pour la liquéfaction spontanée avec autolubrification, $0^l,66$ pour la liquéfaction sous pression, $0^l,85$ pour la liquéfaction compound) montrent bien l'intérêt puissant de ce relèvement des températures. J'ai donc été amené à faire un nouveau pas, le dernier, semble-t-il, qu'on puisse faire dans cette voie. J'ai songé à utiliser la température critique remarquablement élevée de l'oxygène (— 118° contre — 140° pour l'air et — 146° pour l'azote) pour relever d'une vingtaine de degrés encore la température de régime des appareils.

En se reportant au raisonnement de mes Notes précédentes, on conçoit qu'il suffit, pour obtenir ce résultat, d'alimenter en oxygène comprimé à la pression critique les liquéfacteurs L, L' de la liquéfaction compound (Note du 11 juin).

J'ai effectué des essais sur ce sujet en substituant alternativement l'air et l'oxygène comprimés dans l'alimentation des liquéfacteurs d'une installation utilisant, comme dans les cas précédents, une puissance de 60^{chx} à 70^{chx}, récupération déduite.

Étant donné qu'à *poids égaux* les valeurs frigorifiques de l'air et de l'oxygène liquides s'équivalent à peu près (la température de l'oxygène liquide est moins basse, mais sa chaleur de vaporisation plus grande), le résultat de l'alimentation en oxygène, calculé en air liquide, ressort à $0^l,95$ environ par cheval-heure contre $0^l,85$ pour l'alimentation en air.

L'amélioration est donc très nette. Outre son intérêt théorique, cette constatation est d'un certain intérêt pratique si l'on considère que l'oxygène liquide et l'air liquide sont concomitants l'un de l'autre dans les appareils à oxygène qui constituent actuellement l'application capitale de la liquéfaction de l'air.

Il peut donc être intéressant, s'il doit en résulter une amélioration que les essais ci-dessus mettent hors de doute, d'employer au lieu d'air une partie de l'oxygène même fourni par ces appareils pour alimenter, après compression, les liquéfacteurs fournissant l'appoint destiné à compenser le déchet entre le liquide qui s'évapore et celui qui se reconstitue. Il convient d'observer qu'on ne substitue pas de ce fait une dépense d'oxygène coûteux à une dépense d'air gratuit, car tout l'oxygène emprunté à l'appareil à oxygène pour alimenter le liquéfacteur retourne à l'appareil après liquéfaction : c'est donc indéfiniment une quantité donnée d'oxygène qui

(1) *Comptes rendus*, 11 juin 1906.

circule dans le même circuit et la puissance de production de l'appareil n'en est pas affectée. L'amélioration obtenue prive seulement de l'oxygène supplémentaire fourni comme prix de sa compression par l'air destiné, le cas échéant, à l'alimentation des liquéfacteurs.

ÉLECTRICITÉ. — *Appareil de sécurité contre les étincelles accidentelles dans les effets de télémécanique sans fil.* Note de M. **Édouard Branly**, présentée par M. de Lapparent.

En général, une opération de télémécanique sans fil (signal ou effet quelconque) est réalisée à l'aide de deux circuits électriques : 1° le circuit du système sensible aux ondes (radioconducteur ou autre révélateur), qui comprend la bobine mobile du relais; 2° le circuit de travail, fermé par le contact du relais, lorsque le système sensible est impressionné par une étincelle; ce second circuit renferme des électro-aimants et une pile locale, il sert à déterminer l'opération.

Des étincelles accidentelles peuvent être rendues inoffensives de deux manières : soit par une syntonisation rigoureusement établie, qui fait que le système sensible aux ondes ne répond pas à une longueur d'onde fortuite; soit par une ouverture opportune du circuit de travail, qui fait que la conductibilité du radioconducteur n'entraîne pas l'opération.

Aucun de ces deux modes de préservation ne serait efficace contre un exploseur perturbateur lançant un flux ininterrompu d'étincelles; cela se conçoit, même dans le cas d'une syntonisation parfaite, si l'appareil perturbateur varie ses éléments d'accord et passe, à des intervalles rapprochés, par l'accord particulier aux deux postes qui sont en correspondance. Dans ces conditions, toute télégraphie ou télémécanique sans fil est impossible.

S'il s'agit d'étincelles perturbatrices purement accidentelles, aucune des deux manières n'est encore susceptible d'exercer une préservation absolument certaine; toutefois, on peut trouver au problème des solutions qui sont pratiquement suffisantes.

C'est de la seconde manière, par ouverture du circuit de travail, que je me suis proposé ici de réaliser la préservation. Une étincelle accidentelle ayant impressionné le circuit du radioconducteur et le relais ayant effectué sa fermeture, le circuit de travail est maintenu pratiquement ouvert, au point de vue de l'effet à produire, par un interrupteur spécial qui est la pièce essentielle de l'appareil de sécurité.

Description de l'interrupteur. — L'interrupteur consiste en une roue que fait tourner un moteur à mouvement sensiblement régulier. Le pourtour de la roue est en matière isolante, sauf sur des touches conductrices très étroites qui servent à fermer le circuit de travail en réunissant transversalement deux balais flexibles, parallèles. Les touches sont à peu près équidistantes, nous supposerons leur nombre égal à 5 (la sécurité croît dans une certaine mesure avec le nombre des touches.)

Mécanisme du déclenchement. — Le déclenchement de l'opération est produit par l'intermédiaire d'une came que la roue interruptrice entraîne et qui fait un tour en même temps qu'elle. Avant tout mouvement de la roue, la came est au-dessous de l'une des branches d'un levier déclencheur et les balais appuient à ce moment sur une touche quelconque, que j'appellerai la première touche. Une étincelle éclatant à un instant quelconque, le radioconducteur est impressionné, le relais exécute sa fermeture et la touche achève de fermer le circuit de travail. Par le jeu de l'armature d'un électro-aimant qui fait partie du circuit de travail, le moteur est mis en marche et entraîne la roue. Aussitôt que la roue se met à tourner, le circuit de travail est ouvert, car les balais glissent sur le contour isolant de la roue. Si, au moment où la seconde touche vient à passer sous les balais, une nouvelle étincelle n'éclate pas, une goupille arrête la roue ainsi que le moteur et, par un mécanisme que fait fonctionner un circuit électrique spécial, sans qu'on ait à intervenir, la came, qui a fait $\frac{1}{5}$ de tour, est brusquement ramenée au-dessous de la branche de levier déclencheur, comme avant sa mise en marche. Tout est donc revenu dans un état semblable à l'état initial.

Quand une étincelle a lieu au moment du contact des balais avec la seconde touche, la roue continue sans arrêt sa rotation et la came effectue ainsi un nouveau cinquième de tour; s'il n'y a pas d'étincelle au moment du troisième contact, le moteur s'arrête et la came est également ramenée brusquement à son point de départ..... Au passage de la cinquième touche au-dessous des balais, les étincelles n'ayant pas fait défaut au passage des quatre premières, si une nouvelle étincelle éclate, la roue continue à tourner ainsi que la came. Après avoir achevé son tour, la came est arrivée au-dessus de la branche du levier déclencheur, au lieu d'être au-dessous comme au début; en appuyant elle la fait basculer; cela détermine un déclenchement qui fait exécuter l'opération. La came est, après cela, ramenée automatiquement à son point de départ, par le même mécanisme que dans les retours antérieurs. La roue s'est arrêtée dans une position où les balais appuient sur une touche et elle s'y maintient si aucune nouvelle étincelle n'éclate. Tout est prêt pour recommencer.

Explication de la préservation. — Pour que le déclenchement qui détermine l'opération considérée ait lieu par un groupe d'étincelles accidentelles, on voit qu'il faut qu'il y ait une de ces étincelles qui éclate d'une façon précise à chacune des cinq fermetures consécutives qu'un tour entier de la roue établit dans le circuit de travail par le contact des touches et des balais. Dans les circonstances habituelles, cela est infiniment peu probable.

Supposons, en effet, une roue de 10^{cm} de circonférence faisant un tour en 20 secondes et attribuons à chacune des touches une largeur de 1^{mm}, il

faudra que le groupe des étincelles accidentelles comprenne 5 étincelles qui éclatent dans 5 intervalles spéciaux, très courts, puisqu'ils ont chacun une durée de $\frac{1}{30}$ de seconde. Dans les essais de perturbation que j'ai tentés, ces 5 coïncidences ne se sont pas présentées. D'ailleurs, suivant les conditions des perturbations du voisinage dans la localité où l'on se trouve, on augmentera ou l'on diminuera la durée d'un tour et l'on fera varier au besoin le nombre des touches.

Usage de l'appareil de sécurité. — Cet appareil peut être adapté à tout dispositif d'opération en plaçant dans le circuit de travail l'électro-aimant qui préside à l'entraînement de la roue interruptrice. En particulier, si l'on fait usage de l'axe distributeur que j'ai décrit antérieurement ([1]), on effectue chacune des opérations successives, dans l'intervalle de temps où le télégraphe automatique prévient qu'elle peut avoir lieu, en lançant du poste de transmission, avec un exploseur rapide, un jet ininterrompu d'étincelles très serrées. La durée totale du jet d'étincelles est ici voisine de 20 secondes pour chaque opération; elle doit dépasser un peu 16 secondes et rester au-dessous de 36 secondes. On est ainsi en mesure de réaliser avec sécurité des opérations sur lesquelles des étincelles accidentelles n'ont pas pu agir.

L'emploi de l'interrupteur que je viens de décrire exige, comme on l'a vu, un certain temps; ce temps pourra être notablement réduit par une construction soignée, toutefois il ne s'applique pas à des opérations qui ont besoin d'être instantanées.

L'exécution de l'appareil dont j'ai exposé le principe présentait de nombreuses difficultés de détail; le premier modèle a été construit avec beaucoup d'habileté par M. Chellier, ingénieur électricien.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'aurore boreale : Réponse à la Note de* M. Störmer ([2]). Note de M. **P. Villard**, présentée par M. J. Violle.

Le désaccord qui existe entre les conclusions de M. Störmer et les miennes me paraît consister surtout en une divergence d'opinion au sujet du lieu où se produit l'aurore boréale.

Dans le remarquable travail qu'il a bien voulu me faire parvenir,

---

([1]) *Comptes rendus,* 20 mars 1905.
([2]) *Comptes rendus,* 10 septembre 1906.

le savant auteur détermine un certain nombre de trajectoires de corpuscules supposés émis par le Soleil et définit les domaines accessibles ou inaccessibles à ces corpuscules. Il résulte de ces déterminations que les rayons cathodiques venant du Soleil ne peuvent pénétrer à l'intérieur d'un espace toroïde ([1]) tangent intérieurement à l'axe magnétique du globe et dont le rayon équatorial est au moins égal à onze fois la distance de la Terre à la Lune. C'est donc seulement très près des pôles magnétiques que les rayons cathodiques pourront aborder notre atmosphère et y produire des effets lumineux.

Dans la théorie que j'ai donnée de l'aurore boréale ([2]) j'ai également envisagé l'hypothèse d'une origine solaire des corpuscules; j'ai dit à ce sujet ([3]) qu'on pourrait peut-être voir, très près des pôles, les extrémités des fuseaux d'enroulement (rayons auroraux) et qu'en dehors des régions polaires les rayons cathodiques seraient dans un vide parfait et par suite invisibles.

Je suis donc entièrement d'accord avec M. Störmer sur la manière dont se comporteraient des rayons d'origine solaire (ou cosmique). Le seul point sur lequel je ne partage pas sa manière de voir est le suivant : M. Störmer paraît admettre que l'aurore est un phénomène presque entièrement cosmique, n'abordant la Terre que très près des pôles magnétiques. Je crois, au contraire, que la totalité de la nappe aurorale est très voisine de la Terre et que, même à l'équateur magnétique, elle est en deçà des limites de notre atmosphère. D'après ce qu'on a vu plus haut, cette supposition conduit à rejeter l'hypothèse d'une origine solaire des corpuscules; j'ai toutefois admis (*loc. cit.*) que des rayons provenant de l'astre central pourraient provoquer, près des pôles, une émission cathodique se produisant dans notre atmosphère et donnant lieu à la formation de l'aurore ([4]).

([1]) M. Störmer désigne ainsi un espace de révolution dont la méridienne est une courbe fermée tangente à l'axe magnétique.

([2]) *Bulletin de la Soc. int. des Électriciens,* février 1906, p. 62.

([3]) Cette théorie ne suppose d'ailleurs aucune origine particulière des rayons; elle établit simplement que dans le champ terrestre ces rayons forment une nappe de révolution, limitée par deux parallèles magnétiques (arcs auroraux), et s'enroulant ou se déroulant autour de son axe sous l'influence des variations du champ ou du potentiel d'émission.

([4]) Cette conclusion n'est d'ailleurs pas en contradiction avec les idées de M. Bir-

Le bien ou mal fondé de cette opinion ne peut évidemment être discuté par l'Analyse ou la Géométrie, et ne pourra être établi que quand on connaîtra en toute certitude la hauteur de l'aurore à l'équateur. On admet actuellement que cette hauteur ne dépasse pas quelques centaines de kilomètres, ce qui conduit à l'hypothèse que j'ai adoptée.

Cette question étant, sinon résolue, du moins précisée, je crois que certaines réserves sont à faire au sujet des résultats publiés par M. Störmer : l'assimilation de la Terre à un aimant élémentaire, parfaitement justifiée quand on considère des points situés à un million de kilomètres, cesse évidemment d'être admissible si la distance devient inférieure à l'épaisseur de l'atmosphère, ou même simplement comparable au rayon terrestre. D'autre part, on lit dans la Note publiée le 10 septembre par M. Störmer :

« Soit d'abord γ négatif et plus grand que 1 en valeur absolue; la trajectoire aura alors deux branches séparées; .... la première branche est celle observée par M. Villard. »

La trajectoire d'un point *unique* ne pouvant physiquement se composer de deux branches *séparées*, on peut penser à une solution étrangère [1], auquel cas la branche que j'ai observée est la seule à retenir. Dans une Note plus récente (1er octobre), M. Störmer publie une figure représentant une trajectoire dont la courbure change périodiquement de signe, ce qui paraît incompatible avec les propriétés des rayons cathodiques et s'expliquerait encore par une solution étrangère. Aussi serait-il désirable qu'au lieu de définir les conditions initiales par une constante d'intégration, M. Störmer voulût bien indiquer ces conditions mêmes, c'est-à-dire la vitesse des particules, les dimensions et le moment d'un aimant réalisable, enfin la position et l'orientation de la cathode. La vérification expérimentale, qui serait du plus haut intérêt, deviendrait alors possible.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'existence du chlorure de brome.* Note de M. PAUL LEBEAU, présentée par M. Henri Moissan.

Balard [2] a signalé en 1826 qu'un chlorure de brome se formait dans l'action directe du chlore sur le brome. Vers la même époque Lœwig [3]

---

keland. Dans une première étude cet auteur avait en effet admis que les rayons avaient nécessairement une origine terrestre.

[1] Une solution peut être étrangère au point de vue physique sans l'être au point de vue mathématique. C'est, par exemple, le cas pour la loi de Mariotte, qui s'exprime par une seule branche d'hyperbole, c'est-à-dire par une moitié seulement de la courbe géométrique complète.

[2] BALARD, *Annales de Chimie et de Physique*, 2e série, t. XXXII, 1826, p. 371.

[3] LŒWIG, *Das Brom und seine chemischen Verhältnisse*, Heidelberg, 1829, p. 64.

préparait un hydrate de ce composé auquel il attribuait la formule $BrCl, 5H^2O$. En 1863, Schœnbein [1] décrivit quelques réactions fournies par le chlorure de brome avec quelques éléments et quelques composés. Ce fut seulement en 1877 que Bornemann [2] entreprit d'en déterminer la formule.

D'après ce savant, le chlorure de brome ne se forme pas au-dessus de 10°. Pour le préparer il est nécessaire de faire agir le chlore sur le brome maintenu à une température voisine de 0°. Le liquide jaune rougeâtre que l'on obtient possède une composition voisine de celle correspondant à la formule BrCl.

En raison de ce mode de préparation, où rien ne met en évidence le phénomène de la combinaison, où rien n'indique ni le commencement ni la fin d'une réaction, on pouvait craindre que ce chlorure de brome ne soit en réalité qu'un mélange d'un composé de formule différente avec un excès de chlore ou de brome, ou même une simple dissolution de chlore dans le brome. La fixité relative de sa composition pouvant être attribuée à ce fait que l'on se place toujours dans des conditions comparables.

Nous avons pensé qu'il était intéressant, au point de vue de l'histoire des métalloïdes de la première famille, de préparer un chlorure de brome possédant tous les caractères d'un composé défini ou de démontrer la non-existence d'une telle combinaison.

Le chlorure de brome obtenu en suivant les indications de Bornemann, refroidi vers —80° par le mélange de neige carbonique et d'acétone, dissout abondamment le chlore avec lequel il forme un liquide transparent d'une couleur rouge orange dont la teinte s'éclaircit au fur et à mesure que la richesse en chlore augmente. En laissant partir, par une élévation convenable de la température, une certaine quantité de chlore, on provoque par un refroidissement la formation de cristaux que l'on peut isoler assez complètement du liquide pour en faire l'analyse [3]. Leur teneur en chlore était variable avec la température de cristallisation.

Les cristaux obtenus dans trois expériences différentes possédaient des compositions correspondant aux formules :

$$BrCl^{1,67}, \quad BrCl^{1,47} \quad \text{et} \quad BrCl^{1,72}.$$

On ne se trouve donc pas ici en présence d'un composé défini, mais d'un

---

(1) SCHŒNBEIN, *Journal f. prakt. Chemie*, t. LXXXVIII, 1863, p. 483.

(2) BORNEMANN, *Annalen der Chemie*, t. CLXXXIX, 1877, p. 206.

(3) La description de nos expériences et le détail de nos analyses seront donnés dans un Mémoire qui paraîtra dans un autre recueil.

mélange de deux composés ou simplement de cristaux mixtes de chlore et de brome.

D'autre part, en soumettant à l'action d'une température de — 58° un chlorure de brome synthétique présentant exactement la composition exigée par la formule BrCl, nous avons observé qu'il pouvait être scindé en deux portions, l'une solide, l'autre liquide à cette température. L'expérience a été faite en plaçant le mélange de chlore et de brome dans l'une des branches d'un tube de Faraday. Au-dessus du liquide on avait disposé un tampon de coton de verre destiné à servir de filtre. Le tube était placé dans un grand cristallisoir, contenant l'acétone, dont on abaissait la température par additions progressives de neige carbonique. Lorsque la moitié à peu près du liquide était congelée, on maintenait la température constante, ce qui était relativement facile en raison de la grande masse du mélange réfrigérant. En décantant à travers le coton de verre la partie restée liquide, on pouvait reconnaître facilement, en laissant le tube dans le bain refroidi, que cette portion décantée restait liquide alors que les cristaux persistaient. On a séparé les deux branches du tube sans laisser la température s'élever et l'on a procédé à l'analyse de leur contenu. Les résultats ci-dessous établissent qu'un composé tel que BrCl ne saurait exister à la température de — 58°.

Chlore pour 100 dans le mélange initial..........	30,71
» le liquide.................	32,00
» les cristaux...............	24,84

Pour résoudre plus complètement encore le problème, nous avons déterminé la courbe de fusibilité des mélanges de chlore et de brome. Bien qu'une telle détermination soit une opération très délicate, elle est rendue possible par la différence très sensible de coloration que possèdent les cristaux et le liquide au sein duquel ils se déposent. Les températures étant données par un couple fer-constantan, on notait le point où apparaissaient pour un liquide de composition connue des cristaux persistants. On pouvait ainsi construire la courbe de solidification commençante. Pendant la détermination, le mélange était continuellement agité. Cette précaution est indispensable à cause de la mauvaise conductibilité du milieu pour la chaleur.

La courbe ainsi construite va du point de fusion du brome (— 7°,3) au point de fusion du chlore (— 102°,5), en présentant une légère concavité et pas de maximum sensible. Elle est tout à fait comparable à celle des mélanges de deux corps formant des cristaux mixtes sans fournir de composés définis.

De l'ensemble de ces recherches il nous est permis de conclure que le

composé décrit jusqu'ici sous le nom de *chlorure de brome* n'existe pas en réalité, sa composition constante n'est due qu'aux circonstances de sa formation. Elle correspond à la solubilité du chlore dans le brome à la température de 0°. En outre, il ne se produit pas d'autres combinaisons dans l'action directe du chlore sur le brome. Les cristaux que l'on obtient en refroidissant suffisamment une solution de brome dans le chlore liquéfié présentent des compositions dépendant de leur température de formation, ce sont des cristaux mixtes de chlore et de brome (¹).

Nous ajouterons que M. Berthelot avait trouvé une chaleur de formation très faible pour le chlorure de brome et avait fait des réserves sur sa nature définie (²).

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le protoxyde de cæsium*. Note de M. E. **Rengade**, présentée par M. Henri Moissan.

Les protoxydes anhydres des métaux alcalins sont assez mal connus : celui de cæsium en particulier n'a été préparé jusqu'à présent que par M. Beketoff (³), en combinant directement le métal, dans un creuset d'argent, avec la quantité théorique d'oxygène. Le composé ainsi obtenu n'était pas pur : il se dissolvait dans l'eau en abandonnant de l'argent métallique, et une petite quantité d'oxyde d'argent, provenant de l'attaque du creuset à la température élevée où se terminait la réaction. De plus la manière dont il avait été préparé ne permettait pas de décider si l'on se trouvait en présence d'une combinaison définie ou d'un mélange homogène de métal et d'un oxyde supérieur.

Les expériences de M. Lebeau (⁴) sur la dissociation des carbonates alcalins établissaient cependant d'une manière irréfutable l'existence des pro-

---

(¹) Dans une Note parue récemment dans ce recueil, MM. V. Thomas et P. Dupuis ont admis que ces cristaux étaient vraisemblablement un tribromure $BrCl^3$ (*Comptes rendus*, t. CLXIII, 1906, p. 282).

(²) Berthelot, *Annales de Chimie et de Physique*, 5ᵉ série, t. XXI, 1880, p. 375.

(³) Beketoff, *Bulletin de l'Académie de Saint-Pétersbourg*, nouvelle série, t. III, 1894, p. 541.

(⁴) P. Lebeau, *Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 1256 et t. CXXXVII, 1903, p. 1255.

toxydes correspondants. Aussi était-il intéressant de les isoler à l'état pur.

On y arrive très simplement, dans le cas du cæsium, en produisant l'oxyde en présence d'un excès de métal alcalin, que l'on sépare ensuite en profitant de la volatilisation facile de ce métal dans le vide absolu.

L'appareil utilisé dans ces expériences est le même que celui décrit antérieurement[1]; le métal est contenu dans une nacelle d'argent. Le tube est pesé vide d'air avant et après l'introduction du cæsium. On y laisse ensuite pénétrer lentement un volume mesuré d'oxygène, égal aux deux tiers environ de la quantité nécessaire pour transformer le métal en protoxyde. Après avoir de nouveau fait le vide avec la trompe à mercure, pour éliminer les dernières traces de gaz non absorbé, on place l'appareil horizontalement dans une étuve disposée de manière à ne chauffer que la partie contenant la nacelle, et l'on élève progressivement la température. Le métal distille et se condense dans la partie froide du tube, tandis que l'oxyde, primitivement dissous dans l'excès de métal, cristallise peu à peu. Après quelques heures de chauffe à 200°, la distillation est terminée, et l'on peut porter l'appareil à une température bien plus élevée, jusqu'à 300° ou 350°, sans qu'il se produise une nouvelle sublimation. La matière restant dans la nacelle présente donc une composition bien définie. C'est le protoxyde Cs^2O, comme le montrent le dosage du cæsium et la mesure de l'oxygène employé dans l'expérience (Trouvé : Cs pour 100, 93,90; O, 5,76 Calculé : Cs, 94,32; O, 5,68).

Le protoxyde de cæsium ainsi préparé se présente en beaux cristaux d'un rouge orangé. Chauffés, ils deviennent rouge carmin, puis pourpre, puis complètement noirs à 150°, et repassent en se refroidissant par les mêmes colorations. Exposés à l'air, ils en absorbent l'humidité et l'acide carbonique en blanchissant peu à peu et se liquéfiant. Ils réagissent énergiquement sur l'eau : la dissolution est instantanée, avec incandescence et bruit de fer rouge. La solution obtenue est parfaitement limpide et la nacelle d'argent ne présente pas la plus légère trace d'attaque.

En chauffant plus fortement le protoxyde de cæsium, on observe d'abord une volatilisation déjà sensible à 200°, puis vers 450° ou 500° l'oxyde fond et attaque énergiquement la nacelle en même temps qu'il se produit un abondant sublimé de métal. L'oxyde traité par l'eau après refroidissement abandonne alors des flocons noirs, mélange d'argent et d'oxyde d'argent.

Ce dédoublement facile en métal et oxyde supérieur se produit encore plus nettement en présence de l'ammoniac liquide : celui-ci se colore rapidement en bleu, mais cette coloration s'atténue rapidement, et, en lavant

(1) E. Rengade, *Comptes rendus*, t. CXLII, 1906, p. 1149.

quelque temps à l'ammoniac le contenu de la nacelle, on obtient finalement un résidu blanc insoluble et une solution incolore qui laisse déposer par évaporation des cristaux d'amidure de cæsium : le protoxyde s'est scindé au contact de l'ammoniac en bioxyde et métal, et le cæsium-ammonium formé a réagi sur le bioxyde comme je l'ai montré antérieurement ([1]) avec production d'un mélange d'amidure et d'hydrate : cette expérience montre en outre pourquoi l'oxydation ménagée du cæsium-ammonium produit du bioxyde Cs^2O^2 et non du protoxyde : celui-ci ne pouvant exister en présence d'ammoniac liquide.

En résumé il est possible de préparer du protoxyde de cæsium bien défini, parfaitement pur et cristallisé, en évaporant sa solution dans un excès de cæsium. On l'obtient alors sous la forme de cristaux rouge orangé, réagissant violemment sur l'eau, se décomposant aux environs de 500° au contact de l'argent, et à froid en présence de l'ammoniac liquéfié, qui les transforme en un mélange d'amidure et d'hydrate de cæsium.

Je m'occupe actuellement de préparer par la même méthode les oxydes de rubidium et de potassium.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les alliages purs de tungstène et de manganèse, et sur la préparation du tungstène.* Note de M. **G. Arrivaut**, présentée par M. Henri Moissan.

En faisant agir l'aluminium en poudre sur le mélange des oxydes de ces métaux, il est possible d'obtenir des alliages de tungstène et de manganèse riches en tungstène, mais leur séparation d'avec la scorie est souvent incomplète, et ne se produit bien qu'en opérant en grand. Je suis arrivé à réaliser de bonnes fusions avec des masses réagissantes relativement faibles, en faisant usage d'anhydride tungstique et de bioxyde de manganèse ajoutés en proportion convenable aux oxydes inférieurs. La chaleur de la réaction est ainsi accrue par suite de l'excès d'oxygène apporté.

Les alliages pauvres en tungstène peuvent aussi s'obtenir au four Schlœsing en chauffant dans un courant d'hydrogène les métaux en poudre mélangés et comprimés ; mais on ne peut guère dépasser la teneur de 25 pour 100 en Tu.

([1]) E. Rengade, *Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 1536.

Voici la composition de quelques alliages préparés par l'un et l'autre de ces procédés :

	I.	II ([1]).	III.	IV.	V ([1]).	VI.	VII.
Tungstène.....	12,21	15,10	20,25	25,40	26,42	44,33	60,05
Manganèse.....	87,34	84,72	79,10	73,80	73,73	55,12	39,20
	99,75	99,82	99,35	99,20	100,15	99,45	99,25

Propriétés. — Ces corps se présentent sous la forme de culots durs et cassants, à section grenue et couleur gris d'acier. Ils ne sont pas magnétiques. L'air agit à la longue en formant des taches brunes d'oxyde de manganèse. L'acide sulfurique concentré et bouillant, et mieux encore les bisulfates en fusion les dissolvent complètement. Les acides étendus : acide acétique, acide chlorhydrique, acide sulfurique, acide azotique ([2]), les attaquent énergiquement, même à froid, mais l'action est toujours incomplète et il reste un résidu qui renferme tout le tungstène ; ce dernier, épuisé par les acides concentrés et chauds, ne retient pas de manganèse, les petites quantités que l'on y rencontre parfois sont apportées par de très petits fragments de scorie incorporés dans l'alliage.

La préparation du tungstène par l'aluminothermie est assez difficile à réaliser en raison de l'infusibilité relative de ce métal ; bien plus aisée est la préparation de ses alliages avec le manganèse dont on peut d'ailleurs le séparer facilement par un traitement convenable aux acides :

En mettant en œuvre les proportions suivantes de matières :

Oxyde de manganèse : Mn^3O^4	360g
Anhydride tungstique : TuO^3	100
Bioxyde de manganèse : MnO^2	40
Oxyde de tungstène : TuO^2	100
Aluminium fin	150

j'ai obtenu un culot bien fondu et homogène, exempt de scorie et pesant 250g ; sa teneur en tungstène était de 45 pour 100. Grossièrement concassé et épuisé par l'acide chlorhydrique, il a abandonné 110g de tungstène donnant à l'analyse :

	I.	II.
Tungstène	99,35	99,55
Manganèse et résidu	0,37	0,54
	99,72	100,09

Il se présente sous la forme d'une poudre métallique gris d'acier, très lourde, présentant les propriétés générales du tungstène ; sa densité à 0° est de 15,28 ([3]).

([1]) Les alliages II et V sont ceux obtenus au four Schlœsing.

([2]) Avec l'acide azotique concentré il y a attaque du tungstène.

([3]) La densité de tungstène fondu est de 18,7 (Moissan).

Résumé et conclusions. — 1° En réduisant par l'aluminium des mélanges d'oxydes convenablement choisis de manganèse et de tungstène, j'ai préparé des alliages de ces métaux contenant jusqu'à 60 pour 100 de Tu.

2° Ces corps ne paraissent pas contenir les métaux à l'état combiné; traités par les acides étendus, ils abandonnent un résidu de tungstène pur, d'où un nouveau mode de préparation de ce métal.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les produits de condensation des ethers acétyléniques avec les amines.* Note de MM. **Ch. Moureu** et **I. Lazennec**, présentée par M. Henri Moissan.

Nous avons montré récemment que les nitriles acétyléniques $R - C \equiv C - CAz$ formaient, avec les amines primaires et secondaires, des produits de condensation neutres $R - \underset{\displaystyle Az<}{\overset{|}{C}} = CH - CAz$, hydrolysables par les acides, avec régénération de l'amine et formation du nitrile β-cétonique $R - CO - CH^2 - CAz$ (*Comptes rendus*, t. CXLIII, p. 553). Ce mode indirect de fixation d'eau sur la triple liaison est nouveau et fort curieux. Il nous a paru intéressant de chercher à l'appliquer à d'autres composés à fonction acétylénique, et tout d'abord aux éthers-sels acétyléniques $R - C \equiv C - CO^2R'$,

MM. Ruhemann et Cunnington (*Chem. Soc.*, t. LXXV, p. 954) ont préparé dernièrement les produits de condensation du phénylpropiolate d'éthyle et de l'acétylène-dicarbonate d'éthyle avec deux bases secondaires, la diéthylamine et la pipéridine. D'après les auteurs, ces corps auraient des propriétés basiques et donneraient, avec l'acide chlorhydrique, des chlorhydrates.

Ayant répété l'expérience avec le β-phényl β-diéthylamino-acrylate d'éthyle (diéthylaminocinnamate d'éthyle) $C^6H^5 - \underset{\displaystyle Az(C^2H^5)^2}{\overset{|}{C}} = CH - CO^2C^2H^5$, qui provient de la condensation du plénylpropiolate d'éthyle avec la diéthylamine, nous avons reconnu que le chlorhydrate qui prend naissance est celui de diéthylamine, et non celui de diéthylaminocinnamate d'éthyle, et qu'il y a en même temps formation de benzoylacétate d'éthyle,

$$C^6H^5 - CO - CH^2 - CO^2C^2H^5.$$

L'étude des produits de condensation de la benzylamine, de la diéthylamine, et de la pipéridine avec les éthers amylpropiolique, hexylpropiolique et phénylpropiolique, nous a fourni des résultats analogues : régénération de l'amine, et formation d'éther β-cétonique.

Comme dans le cas des produits de condensation des amines avec les nitriles acétyléniques (CH. MOUREU et I. LAZENNEC, *loc. cit.*), l'hydrolyse s'effectue avec une grande facilité, et il n'est nullement nécessaire d'opérer à chaud. Il suffit de faire passer dans la solution éthérée du produit un courant de gaz chlorhydrique, ou de mélanger, en quantités théoriques, cette solution avec une solution éthéro-alcoolique d'acide picrique ou d'acide oxalique. Le dédoublement est d'une grande netteté. La méthode à l'acide oxalique est particulièrement simple et élégante : on recueille toujours des quantités sensiblement théoriques d'oxalate de la base et d'éther β-cétonique.

Ce travail nous a amenés à préparer les nouveaux corps suivants :

β-amyl-β-diéthylamino-acrylate d'éthyle : $C^5H^{11}-\underset{\displaystyle Az(C^2H^5)^2}{\underset{|}{C}}=CH-CO^2C^2H^5$...... Distille à 170°-178° sous 26^{mm}. $D^{24°}=0,9316$.

β-hexyl-β-diéthylamino-acrylate d'éthyle : $C^6H^{13}-\underset{\displaystyle Az(C^2H^5)^2}{\underset{|}{C}}=CH-CO^2C^2H^5$...... Distille à 185°-195° sous 24^{mm}. $D^{24°}=0,9211$.

β-phényl-β-benzylamino-acrylate d'éthyle : $C^6H^5-\underset{\displaystyle AzHCH^2-C^6H^5}{\underset{|}{C}}=CH-CO^2C^2H^5$...... Fond à 72°.

β-phényl-β-pipéridyl-acrylate d'éthyle : $C^6H^5-\underset{\displaystyle AzC^5H^{10}}{\underset{|}{C}}=CH-CO^2C^2H^5$...... Distille à 225°-228° (corr.) sous 23^{mm}. $D^{24°}=1,072$.

On remarquera que l'obtention du β-phényl-β-benzylamino-acrylate d'éthyle, par fixation de benzylamine $C^6H^5-CH^2AzH^2$ sur le phénylpropiolate d'éthyle $C^6H^5-C\equiv C-CO^2C^2H^5$, montre que les amines primaires peuvent, tout comme les amines secondaires, se condenser avec les éthers acétyléniques.

En résumé, les produits de condensation des éthers-sels acétyléniques $R-C\equiv C-CO^2R'$ avec les amines sont des corps non basiques, facilement hydrolysables par les acides. L'hydrolyse régénère l'amine, avec formation d'éther β-cétonique $R-CO-CH^2-CO^2R'$. La réaction

constitue une nouvelle et excellente méthode de passage des éthers acétyléniques aux éthers β-cétoniques.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Poids atomique du dysprosium.* Note de MM. G. URBAIN et M. DEMENITROUX, présentée par M. A. Haller.

L'isolement de l'élément dysprosium a été décrit récemment par l'un de nous (*Comptes rendus*, t. CXLII, 1906, p. 785). Dans la présente Note nous donnerons le résumé des expériences qui nous ont permis de déterminer le poids atomique de cet élément.

Les mesures ont été effectuées en transformant le sulfate hydraté de formule $Dy^2(SO^4)^3 + 8H^2O$ en oxyde Dy^2O^3.

La dissolution aqueuse et concentrée des sulfates est précipitée par un grand excès d'alcool. On obtient ainsi un sulfate blanc cristallisé qui se dépose rapidement au fond du vase et dont on peut aisément séparer la liqueur-mère par décantation. Après des lavages suffisamment prolongés pour éliminer toute trace d'acide libre, le précipité de sulfate est séché dans une étuve vers 110°. Après cette dessiccation, ce sulfate se dissout presque instantanément dans l'eau. La dissolution filtrée est concentrée au bain-marie. Il ne tarde pas à se former au fond du vase de petits cristaux brillants de sulfate octohydraté. Ces cristaux ont une légère coloration jaune citron; leur poudre est blanche et leur dissolution est légèrement acide au tournesol. Cette acidité ne tient d'ailleurs pas à la présence d'un petit excès d'acide sulfurique qui aurait échappé au lavage par l'alcool, mais à une légère hydrolyse du sulfate de dysprosium, la dysprosine étant une base relativement faible dans la série des terres rares.

Pour déshydrater complètement le sulfate octohydraté de dysprosium il est nécessaire de dépasser 360°; le sulfate anhydre n'est pas altéré au rouge naissant. La pesée de ce sel anhydre présente des incertitudes; il peut en effet absorber non seulement de la vapeur, mais même des gaz secs. Après un séjour de 25 minutes dans un dessiccateur à anhydride phosphorique, 1^g de sulfate anhydre a accusé une augmentation de poids de 3^{mg}. Les mesures de poids atomique effectuées par le dosage de l'eau sont donc très difficilement réalisables et les essais que nous avons tentés dans cette voie ont donné des nombres assez discordants et toujours trop élevés. Par contre les pesées du sel octohydraté, pulvérisé et séché à la température ambiante

sur l'acide sulfurique, et les pesées de l'oxyde calciné à la chaleur blanche ne présentent aucune incertitude et ont donné des nombres très concordants.

Les déterminations ont été effectuées avec des terres provenant de deux fractionnements différents : nitrates et éthylsulfates.

Les terres des nitrates ne renfermaient d'autre impureté qu'une trace de nouvel-holmium. Les terres des éthylsulfates plus pures que les précédentes ne renferment d'autre impureté qu'une trace de terbium.

Il résulte de l'étude des spectres de ces terres que ces impuretés sont au maximum de l'ordre du millième et ne peuvent affecter que la troisième décimale du poids atomique, erreur très inférieure à celles qui sont inhérentes à notre méthode de mesure et qui ne peut aucunement altérer la valeur de nos résultats.

Terres de têtes du fractionnement des nitrates simples.

Numéros d'ordre des fractions.		Sulfate hydraté.	Oxyde.	Poids atomique.
N° 35.	Premières mesures ..	1,1966	0,8359	162,61
	Deuxièmes mesures..	2,0926	1,0301	162,29
N° 38.	Premières mesures ..	1,8415	0,9069	162,45
	Deuxièmes mesures..	1,5519	0,7649	162,75
N° 41.	Premières mesures ..	2,4955	1,2296	162,64
	Deuxièmes mesures..	1,8130	0,8927	162,39
		Moyenne.............		162,52

Dans ces premières mesures, nous avions principalement pour but de nous assurer de la constance des poids atomiques des terres de notre fractionnement.

Dans les déterminations suivantes, nous avons apporté plus de soins dans les opérations afin de préciser la valeur du poids atomique du dysprosium dont les mesures précédentes donnaient une première approximation. Les terres qui ont servi à ces dernières déterminations étaient plus pures que les précédentes. En particulier, la fraction 9 donnait un oxyde presque rigoureusement blanc.

Terres de queues du fractionnement des éthylsulfates.

Numéros d'ordre des fractions.		Sulfate hydraté.	Oxyde.	Poids atomique.
N° 9.	Premières mesures ..	1,8817	0,9271	162,61
	Deuxièmes mesures..	1,1164	0,5500	162,59
N° 8.	Premières mesures ..	1,7308	0,8528	162,63
	Deuxièmes mesures..	2,6038	1,2820	162,36
N° 7.	Premières mesures ..	1,6942	0,8346	162,56
	Deuxièmes mesures..	2,1776	1,0726	162,52
		Moyenne...............		162,54

Nous avons admis O = 16, H = 1,007, S = 32,06.

La concordance entre ces deux séries de mesures est remarquable; elle permet de conclure que le poids atomique, jusqu'ici inconnu, du dysprosium est extrêmement voisin de la valeur 162,54 dans le système de poids atomiques actuellement adopté.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la présence du formol (méthanal) dans certains aliments.* Note de M. G. PERRIER, présentée par M. A. Haller.

Dans une Communication précédente [1] j'ai indiqué un *mode de préparation de moûts de pommes pratiquement stériles,* basé sur le lavage préalable des fruits dans une solution de formol (8 pour 1000 méthanal). Une objection a été immédiatement élevée contre ce procédé dont je poursuis actuellement l'application en grand.

Les cidres fabriqués renferment-ils du formol, produit dont la présence dans les aliments et les boissons est interdite de la façon la plus formelle en vertu des circulaires ministérielles du 30 septembre et du 18 octobre 1897, prises sur l'avis du Comité consultatif d'hygiène de France?

---

(1) *Comptes rendus,* 23 janvier 1905.

J'ai recherché cet antiseptique par le procédé de M. Trillat (condensation avec la diméthylaniline et oxydation ultérieure du produit formé) qui permet d'en déceler $\frac{1}{1000000}$. Les résultats ont toujours été négatifs.

Depuis cette époque on a publié des méthodes de recherche beaucoup plus sensibles. M. Voisenet, en particulier, a indiqué un procédé [1] (action à 50° de HCl légèrement nitreux sur l'albumine en présence de traces de formol) qui permet de déceler dans une substance $\frac{1}{10000000}$ de formol.

En reprenant l'étude de nos cidres avec cette méthode, j'ai pu constater dans la plupart des échantillons la présence certaine du formol et en effectuer le dosage.

Bien que les quantités trouvées soient extrêmement faibles, de $\frac{1}{300000}$ à $\frac{1}{500000}$, soit en moyenne $0^{mg},25$ pour 100, les circulaires ministérielles étant formelles, doit-on abandonner définitivement un procédé susceptible, lorsqu'il sera entré dans la pratique, de rendre les plus grands services aux cidriers [2]?

Il y a même lieu de se demander si l'extrême rigueur desdites circulaires, peut-être acceptable au moment où elles ont été faites, se trouve encore justifiée, aujourd'hui que les procédés d'analyse permettent de rechercher et de doser des quantités extrêmement faibles de formol.

Les recherches de M. Henriet [3] ont, en effet, montré la présence constante de formol dans l'air et M. Trillat [4] l'a trouvé dans les produits des diverses combustions et, en particulier, dans la fumée de bois. C'est même en partie à l'action de cet antiseptique que ce chimiste attribue la conservation des substances alimentaires fumées.

Une petite quantité de formol ne peut-elle pas alors persister à l'état libre ou tout au moins décelable par les réactifs dans ces produits et, par suite, les circulaires ministérielles ne vont-elles pas condamner par *leur absolutisme* toute une catégorie d'aliments qu'elles n'avaient certainement pas eu l'intention de viser?

J'ai entrepris dans ce but des expériences qui ont porté sur les aliments suivants : *jambons, saucisses, andouilles, saucissons, lard* et *harengs saurs*.

---

(1) *Bull. Soc. chim.*, t. XXXIII, 1905, p. 1198.
(2) *Comptes rendus*, 23 janvier 1905.
(3) *Comptes rendus*, 1904, t. CXXXVIII, p. 1272 et t. CXXXIX, p. 67.
(4) *Bull. Soc. chim. de Paris*, t. XXXIII, 1905, p. 386.

Ces différents aliments, mélangés avec de l'eau, sont soumis à la distillation. On recueille le liquide qui distille jusqu'à ce qu'une prise d'essai ne fournisse plus la réaction de Voisenet. On y dose ensuite colorimétriquement le méthanal.

Voici les premiers résultats obtenus :

	Quantité de formol en milligrammes pour 100g de produit.
Hareng saur (le poids moyen est de 80g)	0,3 à 2
Saucisse fumée	0,4 à 2,5
Jambon fumé	0,03 à 1,2
Andouille fumée	0,4 à 2,6
Saucisson fumé	0,04 à 0,6
Poitrine de porc fumée	0,5 à 2,1

Ces nombres sont certainement des minima, car il est extrêmement difficile, par une simple distillation avec l'eau, d'entraîner tout le formol dont une partie est très probablement retenue énergiquement par la substance.

Lorsqu'on désire simplement mettre l'antiseptique en évidence, il est d'ailleurs inutile de procéder à une distillation; une simple macération dans l'eau froide suivie de filtration suffit.

La liqueur filtrée donne la réaction de Voisenet.

Sous quelle forme l'aldéhyde formique est-il retenu dans les substances fumées? Quel est le mécanisme de son action comme agent conservateur? Ce sont là des questions non encore élucidées et auxquelles les travaux de MM. Lumière et Seyewetz (1) et de M. Trillat apporteront sans doute une contribution précieuse.

Les produits fumés ne sont d'ailleurs pas les seuls aliments courants renfermant du formol. Trillat a signalé sa présence dans les substances caramélisées (2). Peut-être en rencontre-t-on également dans certains produits fermentés. J'en ai déjà décelé dans la choucroute.

La question du formol dans les aliments exige certainement une étude plus complète, mais j'ai voulu signaler, dès à présent, la présence de ce corps en quantité notable dans des produits alimentaires de *consommation courante* et qu'il ne saurait être question de prohiber.

Il est donc désirable que les circulaires, prises à une époque où l'on igno-

(1) *Bull. Soc. chim. de Paris*, t. XXXV, 1906, p. 872.

(2) *Bull. Soc. chim. de Paris*, t. XXXV, 1906, p. 681.

rait la présence du formol dans des produits naturels et basées par conséquent sur des données incomplètes, soient revisées.

Au moment où l'on élabore un règlement d'administration publique en vue de l'application de la loi du 1er août 1905 sur la répression des fraudes, il m'a paru également nécessaire d'appeler par cette Communication l'attention sur le danger de *prohibition absolue*, alors qu'il convient seulement de *fixer une limite maxima* avec une certaine tolérance, comme cela a été fait pour le plâtrage des vins par exemple.

THERMOCHIMIE. — *Sur les matières colorantes azoïques : chaleur de combustion et formule de constitution.* Note de M. **P. Lemoult.**

La détermination de la chaleur de combustion d'un certain nombre de composés azoïques colorants ou non et l'interprétation des résultats à l'aide des considérations que j'ai exposées sur le calcul des chaleurs de combustion (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. I, p. 496 et 8e série, t. V, mai 1905, p. 5) m'ont paru de nature à apporter quelques arguments dans la discussion de la formule constitutionnelle des colorants azoïques amidés ou hydroxylés. On sait en effet qu'il y a indécision sur ce point et que deux opinions différentes sont en opposition : l'une admet la formule I dite « azoïque », l'autre la formule II dite « quinonique ».

$$\underbrace{R - Az = Az - (\text{noyau}) \left\{ \begin{matrix} AzH^2 \\ \text{ou} \\ OH \end{matrix} \right.}_{\text{I.}} \qquad \underbrace{R - \underset{\displaystyle H}{\underset{|}{Az}} - Az = (\text{noyau}) = \left\{ \begin{matrix} AzH \\ \text{ou} \\ O \end{matrix} \right.}_{\text{II.}}$$

La méthode que j'ai employée consiste à étudier d'abord des azoïques de constitution non douteuse, comme l'azobenzol, puis des colorants azoïques en examinant si l'introduction des groupes auxochromes produit ou non la variation thermique habituelle ; les résultats sont uniformément d'accord avec la formule I.

Voici les valeurs obtenues expérimentalement et les valeurs calculées comme je l'indiquerai tout à l'heure.

		Mesure (p^{on} const.)	Calc.	App^{on}.	Chaleur de formation.
		cal			cal
1.	Azobenzol	1559,7	1559	(3)	−83,1
2.	*p.* Azo-anisol	1805,5	1807	(3)	−2,3
3.	*p.* Azophénétol	2110,1	2121	(2)	+19,7
4.	*p.* Oxy-azobenzol	1509,1	1508	(3)	−33,1
5.	Benzolazo-α-naphtol	1969	1971	(3)	−53,8
6.	Benzolazo-β-naphtol	1973,5	1971	(3)	−49,3
7.	1.2.4 Xylolazo-β-naphtol	2288,9	2285	(3)	−39,5
8.	*p.* Méthoxy-azobenzol	1676,5	1683	(3)	−36,6
9.	*p.* Amido-azobenzol	1581,6	1583	(3)	−70,5
10.	*p.* Amido-azo-orthotoluol	1894,3	1897	(3)	−56,9
11.	*p.* Diméthylamido-azobenzol	1909,6	1917	(3)	−71,9
12.	2.4 Diamido-azobenzol (chrysoïdine)	1605,5	1607	(3)	−59,9

1° Si l'on compare la chaleur de combustion mesurée : $1559^{Cal},7$ de l'azobenzol [1], à la somme, qui s'élève à 1532^{Cal}, des appoints calorifiques du carbone, de l'hydrogène et de l'azote contenus, obtenue par la formule :

$$f[C^x H^{y-a}(Az^m H^a)] = 102x + \frac{55}{2}y + 16,5m - 10a$$

(*loc. cit.*, t. V, p. 67), on constate un déficit de 27^{Cal} environ, qu'il faut attribuer à la singularité que présente le corps étudié, à savoir une double liaison entre 2 Az. Cette valeur 27^{Cal} adoptée devient la caractéristique de cette singularité et doit se retrouver dans tous les composés véritablement « azoïques » exemple le *p.* azo-anisol : $C^{14}H^{14}Az^2O^2$, mesuré : $1805^{Cal},5$; calculé :

$$14 \times 102 + 7 \times 55 + 2 \times 16,5 - 2 \times 33 \text{ (fonction éther-oxyde)} + 27^{Cal}\text{(azoïque)} = 1807.$$

2° Si maintenant on compare les composés 1 et 4 supposé « azoïque », la seule différence qui existe entre eux est un groupement OH de phénol et par suite la différence entre leur chaleur de combustion doit être égale à 51^{Cal} [2] ; or l'expérience donne précisément $50^{Cal},8$. Si, au contraire, on prend pour 4 la formule II « quinonique » les éléments manquent pour calculer la valeur théorique, mais il serait surprenant que la variation due à la quinonisation fût précisément égale à celle d'une hydroxylation.

---

(1) M. Petit, qui avait fait antérieurement cette détermination, donne la valeur $1555^{Cal},8$ (Berthelot, *Thermochimie*, t. II, p. 682 et 845) ; les deux valeurs coïncident.

(2) Voir pour les appoints des atomes d'oxygène des diverses fonctions : *loc. cit.*, t. I, p. 547 et t. V, p. 67.

La comparaison des composés 5, 6, 7 respectivement avec 1 montre aussi que l'apparition de l'atome d'oxygène dans 5, 6, 7, correspond à des apports négatifs de valeur respective : 53^{Cal}, $48^{Cal},8$, $47^{Cal},8$, c'est-à-dire extrêmement voisins de 51^{Cal}; par suite cet oxygène appartient presque certainement à un groupe OH intact et non quinonisé.

3° La comparaison entre 5 et 6, l'un para, l'autre ortho-oxy-azoïque, montre qu'ils sont construits sur le même type, puisqu'ils ont même composition et même chaleur de combustion et que par suite ils sont tous deux ou « azoïques » ou « quinoniques », ce qui élimine l'hypothèse parfois émise, que les ortho-oxy-azoïques seraient « quinoniques », alors que les para seraient véritablement « azoïques ».

4° Si l'on compare 1 et 9, considéré comme « azoïque », on ne trouve entre eux qu'une différence théorique de 24^{Cal} correspondant à l'apparition d'un groupe AzH^2 sur l'un des noyaux; or la différence trouvée s'élève à $21^{Cal},9$, tandis que la comparaison entre 1 et 10 donne pour cette même différence la valeur expérimentale $20^{Cal},6$. A moins donc d'admettre pour une « amination simple » et pour une « quinonisation » la même identité thermique surprenante (analogue à celle qui a été signalée en 2°), on est conduit à admettre que les formules azoïques I sont beaucoup plus probables que les formules II.

5° L'examen du 2.4-diamido-azobenzol (n° 12) est particulièrement curieux; ce corps comporte deux groupes auxochromes azotés dont un seulement au plus peut être quinonisé, l'autre étant forcément un AzH^2; or, si l'on compare le composé 12 au composé 9, on trouve entre eux une différence thermique expérimentale de $23^{Cal},9$, c'est-à-dire celle qui correspond d'ordinaire à une « amination » (introduction de AzH^2) et qui est précisément celle qui sépare l'azobenzol du *p.*-amido-azobenzol. Donc si en partant de 1 pour passer à 9 et arriver finalement à 12, il y a eu une « quinonisation », elle est thermiquement identique à une « amination » et dès lors il paraît plus simple de ramener ces transformations à deux fixations successives de véritables groupes AzH^2, avec maintien intégral de la double liaison azoïque.

En résumé, dans leur *état actuel,* les matières colorantes azoïques se représentent avec une grande exactitude (voir le Tableau) comme des azocarbures sur lesquels seraient fixés de véritables groupes OH ou AzH^2 (formule I). Peut-être, sous certaines influences, la quinonisation se produit-elle; je me réserve d'examiner ce point ainsi que les arguments donnés en faveur de la formule II par Goldschmidt.

MINÉRALOGIE. — *Sur les cristaux liquides de propionate de cholestéryle.* Note de M. Fred Wallerant, présentée par M. de Lapparent.

Dans une Note précédente, j'ai décrit des enroulements hélicoïdaux, observés dans les cristaux solides; je voudrais aujourd'hui entretenir l'Aca-

démie d'enroulements semblables que l'on rencontre dans les cristaux liquides.

Le propionate de cholestéryle possède deux modifications solides : l'une peu biréfringente instable, l'autre très biréfringente et biaxe.

Cette dernière cristallise assez fréquemment en sphérolites, dont les fibres présentent un enroulement très net autour de l'une des bissectrices des axes optiques, de sorte que le long d'une même fibre se rencontrent alternativement une zone perpendiculaire à une bissectrice et une zone perpendiculaire à l'axe moyen. Or, si l'on chauffe avec précaution, de façon à transformer le cristal solide en cristal liquide, l'enroulement se conserve. Le cristal liquide, en effet, est uniaxe positif, et il a une orientation parfaitement déterminée par rapport au cristal solide : l'axe optique est parallèle à l'axe moyen de ce dernier, et par conséquent, le long d'une fibre, le cristal liquide est enroulé autour d'une perpendiculaire à l'axe optique. Cet enroulement constitue une ressemblance nouvelle entre les cristaux liquides et les solides.

D'autre part, les cristaux liquides de propionate se prêtent à une expérience du plus haut intérêt : M. Reinitzer a reconnu depuis longtemps que ces cristaux liquides diffusaient une lumière colorée, dont la longueur d'onde augmente quand la température baisse. J'ai constaté que les sections perpendiculaires à l'axe optique jouissaient seules de cette propriété, qui fournit par suite un moyen de reconnaître l'orientation des cristaux. Or, si l'on fond le corps et si on le laisse refroidir lentement, il se prend brusquement en cristaux liquides, en forme d'étoile radiée, qui présentent le phénomène de la croix noire et ne diffusent aucune lumière, les fibres étant parallèles à l'axe optique. Mais, si l'on vient à remuer la lamelle couvre-objet, on détruit les étoiles; le liquide devient homogène et diffuse la lumière par toute sa surface. Le fait est facile à expliquer en se reportant à ce qui se passe lorsque l'on fait cristalliser par fusion bien des corps de la Chimie organique : tous les cristaux, sans exception, sont orientés de façon que l'un des axes d'élasticité optique soit perpendiculaire au couvre-objet. Dans le cas présent, en agitant le liquide, nous détruisons les étoiles, c'est-à-dire les édifices cristallins, mais les éléments cristallins, qui subsistent grâce à leur individualité, s'orientent de façon que leur axe optique soit perpendiculaire au couvre-objet. Il est à remarquer en terminant que les actions mécaniques sont impuissantes à détruire la structure cristalline des éléments cristallins et à transformer le liquide cristallisé en

liquide amorphe; il faut donc bien admettre que les éléments cristallins, c'est-à-dire les particules complexes, possèdent une individualité assez accentuée.

BOTANIQUE. — *De l'action des sels de cuivre sur la germination du* Penicillium. Note de M. **Le Renard**, présentée par M. Ph. van Tieghem.

On admet généralement que l'aliment incomplet ne permet pas la germination des conidies du *Penicillium crustaceum,* et qu'avec l'aliment complet elles germent en présence de fortes doses de sels de cuivre. Or, dans leurs expériences sur l'utilité de différents corps pour la germination des Champignons, Wehmer, Benecke, etc., ont toujours obtenu avec l'aliment incomplet un développement faible, il est vrai, mais indiscutable; par ailleurs, des expériences assez récentes, que confirment les miennes, démontrent que, même avec l'aliment complet, les spores du *Penicillium* sont très sensibles aux sels de cuivre : Guéguen donne comme limite sur liquide Raulin 1^g pour 1000 environ, et moi-même, sur un milieu plus simple, je n'ai jamais pu constater de germination au-dessus de $0^g,06$ pour 1000.

Ceci posé, comme on peut, par accommodation, faire germer des spores de *Penicillium* dans une solution de sel cuprique au maximum de concentration, comme nous l'avons obtenu pour SO^4Cu (à 24,5 pour 100) après un seul passage dans une solution du même sel bien moins concentrée, il est démontré que dans les solutions cupriques extrêmement diluées la spore n'est pas tuée. Il y a là simplement un phénomène d'inhibition; la conidie n'est plus alors qu'un germe vivant dépourvu de l'excitation bioplastique indispensable au début de son développement. Ce stimulus étant évidemment de nature chimique, il est intéressant de rechercher quel est le composé ou quels sont les composés chimiques qui le constituent.

Dans ce but, nous avons expérimenté un grand nombre de composés organiques et minéraux, regardés comme assimilables, depuis la solution normale jusqu'à la solution centimillinormale, les conidies étant en même temps exposées à l'action des quatre sels cupriques solubles : acétate, chlorure, nitrate et sulfate. Partout, sauf deux cas, le résultat a été négatif avec une dose de sel de cuivre égale à $0^g,00005$ par litre. L'exception, bien remarquable, se présente avec les succinates et les acétates de K, AzH^4, Mg, qui possèdent une action excitatrice en solutions décinormale et centinor-

male seulement, les solutions supérieures et inférieures étant inactives pour des raisons très différentes. Ces sels contiennent donc les éléments nécessaires que nous cherchons, et l'on peut conclure qu'un seul corps, dit alimentaire, uni à une combinaison carbonée, approprié par un intermédiaire indifférent ou non, formant ainsi ce que j'appelle un *complexe,* suffit pour faire disparaître l'inhibition.

Si cette conclusion est exacte, il suffira, pour arriver au même résultat avec les sels dits alimentaires, d'adjoindre à chacun d'eux une source carbonée convenable. L'expérience faite avec les hexoses en solution décinormale a montré que c'était un fait absolument général et qu'au moment où la dissociation du sel minéral est complète (solution millinormale) l'action excitatrice s'affaiblit brusquement pour rester ensuite à peu près constante, malgré l'augmentation de la dilution, la mesure de l'excitation étant donnée par la quantité de sel de cuivre qui produit l'inhibition.

La comparaison des acétates et des formiates démontre que le rôle excitateur est entièrement rempli dans les acétates par CH^3 et K et dans les formiates par le glucose et le corps simple (K, AzH^4, Mg), la fonction CO^2 n'intervenant que comme trait d'union, indispensable il est vrai pour rendre le groupe labile, car la simple union de la potasse et du glucose est inactive. Des trois corps simples mentionnés, le Mg possède un pouvoir excitateur peu élevé, mais considérable si on le compare à celui des deux autres, qui se placent à peu près sur le même plan.

Si, dans les acétates, l'action stimulante est due en grande partie à la présence du groupe résiduel CH^3, dans les succinates elle revient au groupe CH^2, qui est déjà bien moins actif; quant au groupe CH, l'emploi des formiates fait voir qu'il est presque inactif.

Dans les hexoses, qui sont à la fois alcools primaires et secondaires et possèdent en outre une fonction aldéhydique (glucose) ou cétonique (lévulose), l'expérience démontre que c'est à ces deux dernières fonctions que l'on doit attribuer le résultat obtenu. En effet, la mannite, qui est un hexol, est complètement inactive bien que très assimilable, et il en est de même du tartrate neutre de potassium, qui semble remplir toutes les conditions voulues pour constituer un excellent stimulus.

Donc la valeur excitatrice diminue en même temps que le nombre d'atomes d'hydrogène fixé au carbone et le carbone est plus actif combiné à l'oxygène que lorsqu'il est fixé au groupe hydroxyle.

Tout ce que nous venons de dire s'applique exactement au cas où l'on envisagerait l'action antitoxique au lieu d'une action excitatrice.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Variations de l'assimilation chlorophyllienne avec la lumière et la température.* Note de M. **W. Lubimenko**, présentée par M. Gaston Bonnier.

A plusieurs reprises j'ai signalé déjà que la concentration du pigment vert joue un rôle important dans le phénomène de l'assimilation chlorophyllienne. En continuant mes recherches, j'ai fait au Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau de nouvelles expériences concernant cette question. Je me suis proposé cette fois de déterminer la marche de l'assimilation chlorophyllienne des plantes ombrophiles et ombrophobes exposées au même éclairement mais à des températures différentes. Pour faire la comparaison aussi exactement que possible, j'ai fait toutes mes expériences en exposant les feuilles aux rayons directs du Soleil. Dans une série d'expériences, les rayons étaient parallèles à la surface de la feuille; dans une autre, ils étaient inclinés à 45° et dans la troisième à 90° par rapport à cette surface. Pour chacune de ces trois intensités lumineuses, j'ai déterminé l'énergie assimilatrice successivement à 20°, à 25°, à 30°, à 35° et à 38° C. La durée de chaque expérience était de 15 minutes; comme l'éclairement était très intense, dans l'évaluation de la quantité de gaz carbonique décomposé, j'ai pu négliger la petite quantité de ce gaz dégagé par la respiration. Au point de vue du choix des feuilles, ainsi que des détails de la technique expérimentale, j'ai pris toutes les précautions pour qu'une comparaison exacte fût réalisée. Les plantes étudiées étaient : *Abies nobilis, Picea excelsa, Pinus silvestris, Taxus baccata, Larix europœa, Tilia parvifolia, Betula alba* et *Robinia Pseudacacia.*

Pour les Conifères dont, sauf le Mélèze, les jeunes feuilles conservent assez longtemps leur couleur vert pâle, j'ai pu opérer avec des concentrations de pigment très variées.

Le Tableau suivant donne les principaux résultats des expériences.

Noms de plantes et intensités lumineuses.	Températures. 20°.	25°.	30°.	35°.	38°.
	Volumes de gaz carbonique décomposés par 1g de feuilles pendant 1 heure, en centimètres cubes.				
Abies nobilis, feuilles jeunes très pâles; rayons à 45°........	2,00	2,18	1,93	1,78	»
» » » » à 90°........	2,06	1,97	1,72	1,63	»
» » plus foncées; » à 45°........	3,06	4,32	4,96	5,27	»
» » » » à 90°........	3,16	4,76	4,78	4,95	»
» feuilles adultes; » à 45°........	3,52	5,45	5,53	5,71	4,88
» » » à 90°........	4,51	4,88	4,30	4,03	3,80
Picea excelsa, feuilles jeunes très pâles; » à 45°........	3,21	3,73	3,85	5,02	2,57
» » » » à 90°........	3,09	3,41	3,64	5,19	2,62
» feuilles adultes; » à 45°........	4,46	5,51	6,14	7,32	3,37
» » » à 90°........	4,79	5,04	5,28	6,50	2,00
Pinus silvestris, feuilles jeunes; » à 45°........	2,64	4,75	5,05	5,47	4,89
» » » à 90°........	2,67	4,76	4,91	5,31	5,06
» feuilles adultes; » à 45°........	3,53	6,00	6,84	6,84	6,46
» » » à 90°........	4,26	6,66	7,45	7,50	6,83
Taxus baccata, feuilles jeunes de même couleur que les feuilles adultes; rayons à 45°........	4,34	4,69	6,20	2,61	1,96
» feuilles jeunes de même couleur que les feuilles adultes; rayons à 90°........	4,30	5,03	5,16	2,20	1,28
» feuilles adultes; » à 45°........	3,23	5,37	5,61	3,22	2,70
» » » à 90°........	4,29	4,89	4,88	2,35	1,92
Larix europæa, feuilles adultes; » à 45°........	6,22	8,03	9,06	10,34	10,61
» » » à 90°........	7,44	8,96	11,46	11,54	11,67
Robinia pseudacacia, feuilles adultes; » parallèles ...	5,50	6,27	7,04	7,48	8,10
» » » à 45°........	9,42	15,64	17,28	19,01	17,22
» » » à 90°........	13,76	16,51	19,97	21,18	20,50
Betula alba, feuilles adultes; » parallèles ...	4,08	4,53	5,76	6,23	6,22
» » » à 90°........	8,48	11,25	8,54	7,30	5,85
Tilia parvifolia, feuilles adultes; » parallèles ...	4,80	8,05	8,99	11,20	12,88
» » » à 45°........	»	10,22	12,42	6,09	3,20
» » » à 90°........	12,48	8,73	8,01	4,47	1,02

On voit, d'après les nombres ci-dessus, que sous l'action des rayons parallèles à la surface de la feuille, c'est-à-dire à la plus faible intensité lumineuse étudiée, l'énergie assimilatrice s'accroît régulièrement avec la température jusqu'à 38° chez les plantes ombrophobes comme *Robinia* et *Betula* ainsi que chez les plantes ombrophiles, comme *Tilia*. Sous l'action des rayons inclinés à 45 degrés, c'est-à-dire à une intensité lumineuse moyenne, chez toutes les espèces, en général, l'assimilation s'accroît avec la température jusqu'à une valeur maximum et puis s'affaiblit à partir d'une certaine température, qui est différente pour les diverses espèces. Si l'on représente par des courbes les variations de l'énergie assimilatrice

d'après les nombres du Tableau précédent, on constate que la courbe de chaque plante, après avoir atteint le maximum, s'abaisse beaucoup plus rapidement chez les espèces ombrophiles (*Abies, Picea, Taxus, Tilia*) que chez les espèces ombrophobes (*Pinus, Robinia, Betula*). On observe les mêmes variations de l'énergie assimilatrice et aussi les différences signalées pour les plantes ombrophiles et ombrophobes, mais plus fortement prononcées, sous l'action des rayons solaires perpendiculaires au limbe de la feuille, c'est-à-dire à la plus forte intensité lumineuse naturelle.

Les nombres du Tableau précédent indiquent pour les feuilles jeunes des variations analogues, mais moins accentuées. Si l'on compare les feuilles jeunes et adultes d'une même espèce, on voit que l'énergie assimilatrice, dans les mêmes conditions extérieures, augmente avec la quantité de chlorophylle contenue dans un même poids de feuilles. Cette remarque sera utilisée dans une Communication ultérieure.

En laissant de côté les particularités des espèces étudiées, on peut tirer de tout ce qui précède les conclusions générales suivantes :

1° Dans les conditions où se passent les réactions chimiques à l'intérieur d'une plante vivante, la lumière et la chaleur agissent en général dans le même sens sur l'énergie de décomposition du gaz carbonique ;

2° Il y a, pour la chaleur, comme pour la lumière, une intensité optima au-dessus de laquelle l'énergie assimilatrice s'affaiblit ;

3° La diminution de l'assimilation, au delà de cette intensité optima, est beaucoup plus fortement prononcée chez les plantes ombrophiles que chez les plantes ombrophobes.

PHYSIOLOGIE. — *Mécanisme de la nage du Pecten.* Note de M. **Fred Vles**, présentée par M. Yves Delage.

Le Pecten (*P. maximus*) a la faculté de nager dans l'eau au moyen de ses valves qu'il ouvre et ferme alternativement avec rapidité; dans cette nage, la progression se fait, *l'ouverture des valves en avant,* la charnière en arrière, sens qui peut paraître paradoxal.

Un certain nombre d'expériences m'ont permis de démontrer, vérifiant et complétant ainsi des hypothèses de Fischer (1) et de Marey (2), que le

(1) Fischer, *Note sur la natation du* Pecten maximus (*Journal de Conchyliologie,* 1869).

(2) Marey, *Traité de Physique biologique,* t. I, p. 259. Paris, Masson, 1901.

facteur essentiel du sens de la natation est cette *duplicature en forme de rideau* [Fischer (¹)] caractéristique, que les Pectinacés possèdent au pourtour ventral de leurs lobes palléaux. Pendant la fermeture brusque de la coquille, les duplicatures palléales des deux valves opposées viennent rapidement en contact l'une avec l'autre, s'affrontent par leurs bords obliques, et, des muscles orbiculaires les empêchant de se retourner, *forment valvule* devant la poussée de l'eau; celle-ci ne peut plus sortir que par les régions du bord où les duplicatures palléales disparaissent, c'est-à-dire dans le voisinage des auricules de la coquille.

J'ai pu mettre en évidence le rôle de la duplicature palléale dans la nage par les expériences suivantes :

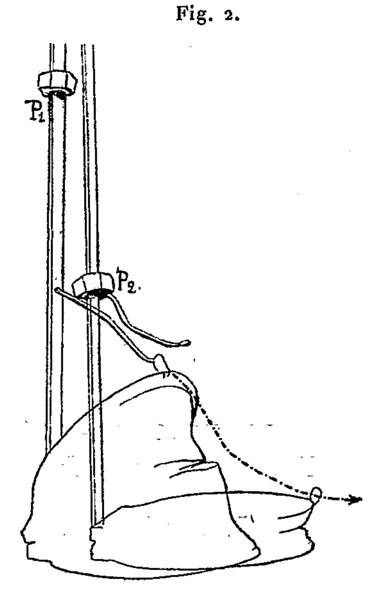
1° L'introduction de poudre de carmin entre les valves d'un *Pecten* rend sensible, pendant la nage, la présence de *deux puissants refoulements d'eau* dans le voisinage

Fig. 1.



Pecten artificiel, valves ouvertes : $\frac{1}{5}$ environ.

Fig. 2.



Déplacement sur Pecten artificiel pendant l'occlusion brusque.
Deux stades d'une chronophotographie sur plaque fixe.
P_1, P_2, positions successives du poids curseur.

des auricules [expérience indiquée par Marey (²)]. La réaction de ce refoulement,

(¹) FISCHER, *Manuel de Conchyliologie,* Paris, 1885.
(²) MAREY, *Loc. cit.*

comme l'ont pensé Fischer et Marey, doit produire la propulsion. Il ne sort pas d'eau par d'autres régions du bord des valves.

2° Si l'on dilacère par une série d'entailles transversales les duplicatures palléales, de façon à annuler leur résistance à la pression de l'eau, on constate que le Pecten ainsi mutilé, en nageant, *se déplace en sens inverse* de la progression habituelle. Il avance la région cardinale en avant, *il nage à reculons*. La poudre de carmin montre que, dans ce cas, l'eau est chassée presque uniquement par la région ventrale de la coquille.

3° Pour achever le contrôle de ces résultats, j'ai construit un *Pecten artificiel*. Deux valves en bois sont munies de membranes en caoutchouc ayant la forme et les rapports des duplicatures palléales; ces valves peuvent se fermer brusquement sous l'action d'un ressort mis en liberté par le choc d'un poids curseur, qui glisse le long d'une tige métallique servant de soutien à tout l'appareil (*fig.* 1).

α. Ce système est immergé, valves ouvertes, dans l'eau et suspendu de façon à pouvoir se déplacer librement dans toutes les directions. A la détente du ressort, le Pecten artificiel *se déplace comme un Pecten normal*, bord ventral en avant (*fig.* 2).

β. Même expérience, après suppression des membranes de caoutchouc: le Pecten artificiel *se déplace à reculons*, comme le Pecten mutilé.

Ces expériences permettent de conclure que la nage normale du Pecten, bord ventral des valves en avant, est produite par la réaction du courant d'eau qui sort des échancrures cardinales, *les duplicatures palléales faisant office de valvule* et empêchant toute autre issue du liquide chassé par l'occlusion brusque de la coquille [1].

ZOOLOGIE. — *Sur* Mesoglicola Delagei (*n. g., n. s.*) *parasite de* Corynactis viridis. Note de M. **A. Quidor**, présentée par M. Yves Delage.

Mesoglicola Delagei (n. s.) est parasite de *Corynactis viridis* où il vit dans la mésoglée. Son habitat le rapproche de *Staurosoma parasiticum* (Caullery et Mesnil). M. Delage l'observa le premier à Roscoff et appela sur lui l'attention de mon ami Krempf, qui m'abandonna généreusement le parasite pour se consacrer à l'étude de son hôte.

Le corps de l'adulte est allongé et cylindrique. Il peut atteindre 7^{mm} à 8^{mm}. Il comprend un céphalon nettement distinct et porteur des seuls appendices que présente l'animal. Le thorax et l'abdomen sont indistinctement segmentés et formés de dix an-

(1) M. Anthony me communique que, dans un travail en cours de publication sur la nage du Pecten, il aboutit à la même conclusion par des méthodes différentes.

neaux indiqués par des sillons superficiels. Les neuf premiers sont semblables entre eux, le dixième est conique.

Le céphalon, terminé par un rostre bilobé recourbé sur la face ventrale, présente latéralement deux replis arrondis et légèrement incurvés. En avant et en arrière de ces plis latéraux se trouvent les antennes antérieures et postérieures. Toutes deux sont coudées vers l'extérieur et présentent des griffes aiguës. Elles sont animées l'une et l'autre de mouvements alternatifs et lents qui les projettent latéralement et les font concourir à la locomotion. Au-dessous du rostre se trouve le siphon, soudé à la paroi ventrale de l'animal et formant une simple saillie demi-cylindrique placée entre les antennes antérieures et parcourue par deux muscles longitudinaux. A son orifice se trouvent de courtes mandibules, coudées et crochues. Une dernière paire d'appendices rudimentaires représente les maxilles.

Cette structure caractérise aussi bien le jeune qui, au printemps, vient de pénétrer dans son hôte et dont la taille ne dépasse pas 1^{mm} que celle de l'adulte, mâle ou femelle, mesurant 6^{mm} à 7^{mm}. Seule la présence de deux glandes rougeâtres dans la région postérieure permet d'ailleurs de distinguer le mâle de la femelle. Mais, tandis que les jeunes sont toujours isolés dans la mésoglée, les adultes se réunissent et forment une tumeur blanchâtre sous-ectodermique qui apparaît sur le *Corynactis* avec la belle saison. L'accouplement se fait et chaque ponte forme une nouvelle petite tumeur extérieure par rapport à la tumeur principale. Les nauplius éclosent en août, passent au stade métanauplius et sont alors mis en liberté. A ce moment, parasites et tumeurs ont disparu et l'isolement de quelques-unes de ces dernières des *Corynactis* voisins paraît montrer que l'hôte se débarrasse de ses parasites par une pédiculisation de plus en plus ténue de la tumeur.

Après un stade libre pendant lequel apparaît sous la carapace métanauplienne le corps cylindrique du futur parasite, l'animal abandonne sa carapace pour pénétrer dans son hôte par l'ectoderme qu'il traverse à la façon d'une vrille dont l'extrémité perforante serait formée par les deux antennes antérieures accolées et dirigées en avant.

Il se peut aussi que la pénétration ait lieu par l'endoderme. Krempf y a trouvé en effet, comme moi-même, de jeunes parasites enkystés; mais aucune observation directe n'est encore venue confirmer cette hypothèse.

De même que les Monstrillidés (Malaquin), les Mésoglicolidés pénètrent dans leur hôte à l'état embryonnaire et en abandonnant leur carapace chi-

tineuse; mais, tandis que les nécessités de l'accouplement rendent les premiers à la liberté, l'évolution des seconds s'achève dans leur hôte.

De l'évolution de ces êtres rapprochée de celle de la Sacculine paraît se dégager une loi générale : Le parasitisme interne serait caractérisé par sa précocité, les formes embryonnaires étant seules capables de réagir contre l'influence violente d'un changement brusque du milieu vital.

Cette loi n'est d'ailleurs que la généralisation des conclusions du travail de Malaquin sur les Monstrillidés.

MÉDECINE. — *De l'unité de l'hématozoaire du paludisme.* Note de M. **Thiroux**, présentée par M. Laveran.

Au cours des études que nous avons poursuivies au Sénégal pendant les années 1905 et 1906, il nous a été donné d'observer des faits qui semblent tout à fait en faveur de l'unité du parasite du paludisme, actuellement contestée par un grand nombre d'auteurs.

Les saisons se divisent au Sénégal en saison fraîche et sèche, et en saison chaude et pluvieuse, dite *hivernage*. Les *Anopheles* abondent pendant l'hivernage, ils sont très rares pendant la saison sèche et disparaissent même complètement de certaines régions. Malgré cela, l'index paludéen reste élevé en toute saison et compris entre 60 et 70 pour 100 chez les enfants indigènes au-dessous de 3 ans.

Pendant la saison chaude, on rencontre chez eux presque exclusivement la forme tropicale d'*Hæmamœba malariæ;* c'est ainsi que, sur 131 préparations de sang d'enfants indigènes paludéens, nous ne trouvons pendant l'hivernage 1905 que deux fois des formes tierces, soit 1,5 pour 100.

A ce moment de l'année, la fréquente rénovation du parasite du paludisme, par suite de la reproduction sexuée qu'il subit chez les *Anopheles,* lui donne une activité beaucoup plus grande.

D'autre part, le paludéen étant soumis à des réinoculations presque quotidiennes, au moment où les moustiques pullulent et dans des régions où l'index paludéen atteint quelquefois 80 pour 100, l'hématozoaire subit chez lui une rénovation presque continuelle et l'on ne retrouve pas de formes vieillies.

Chez *H. malariæ* à cet état de vie très active, d'après nos observations, les petites formes se reproduisent le plus fréquemment par simple division en deux ou plus rarement en trois et l'on peut trouver des préparations dans lesquelles la moitié des para-

sites étant en voie de bipartition, on observe tous les stades de ce mode de multiplication, déjà signalé notamment par Silberstein [1] dans les Indes néerlandaises.

Pendant la saison fraîche, et jusqu'aux premières pluies, les formes tropicales diminuent progressivement et les grandes formes prédominent au point de constituer, dans certains cas, 66 pour 100 des formes observées.

La moyenne constatée sur des préparations récoltées dans plusieurs localités est de 39,2 pour 100 de grandes formes en mars-avril, sur 91 préparations de sang paludéen, contre 1,5 pour 100 de grandes formes observées pendant l'hivernage 1905.

Les vérifications faites au cours de l'hivernage 1906 ont confirmé nos résultats de 1905 et nous avons alors observé 9 pour 100 de grandes formes seulement sur 63 préparations examinées, c'est-à-dire plus de quatre fois moins qu'en saison fraîche.

Les grandes formes observées chez les enfants indigènes sont généralement des formes quartes; on n'observe chez eux que très rarement des tierces (3,8 pour 100 des cas en saison fraîche) ainsi que cela a été déjà signalé par Dutton [2] en Gambie.

L'examen de nos préparations nous a amené à constater que le passage de la tropicale à la quarte se faisait en saison fraîche et, par conséquent, en dehors du moment où les *Anopheles* pullulent, par régression des macrogamètes qui se présentent, dans les préparations de fièvre tropicale, sous forme de corps sphériques. Le noyau de ces corps sphériques se segmente et il se forme des rosaces à 6, 8, 10 mérozoïtes en tout semblables à des rosaces de quarte, lesquelles, à leur tour, donnent naissance à des éléments amiboïdes de quarte.

A la fin de la saison sèche et après les premières pluies, les croissants, jusque-là très rares, apparaissent nombreux, marquant le début de la période sexuée intra-anophélienne, les grandes formes de quarte diminuent et les tropicales les remplacent progressivement. C'est ainsi qu'à Sor, faubourg très paludéen de la ville de Saint-Louis, on voyait, du 10 juillet au 9 août, la proportion des formes tropicales par rapport aux grandes formes monter de 20 pour 100 à 76,9 pour 100.

Nous avons été amené également à examiner, pendant la saison sèche, le sang de quelques paludéens européens, mulâtres ou métis de Marocains; nous avons été surpris de rencontrer toujours chez eux des parasites clas-

---

(1) Silberstein, *Beobachtungen über die Entstehung von jungen Malariaparasiten aus älteren* (*Centralbl. f. Bakter.*, I, *Originale*, t. XXXIV, n° 2, 28 juin 1903).

(2) Dutton, *Report of the Malaria Expedition to the Gambia*, p. 12 (*Thomson Yates-Laboratory Works*, 1902).

siques de tierce avec granulations de Schüffner et rosaces à 15-17 mérozoïtes. Sur 11 préparations de sang paludéen provenant d'Européens ou de métis, nous trouvions 8 tierces, 1 quarte et 2 tropicales, soit 72 pour 100 de tierces, 9 pour 100 de quartes et 18 pour 100 de tropicales, alors que, au même moment, c'étaient les formes quartes qui dominaient dans le sang des enfants nègres.

La quarte semble donc être une forme particulièrement fréquente dans la race noire, tandis que les blancs et les métis présentent plutôt des parasites de tierce, la forme tropicale étant commune à toutes les races.

Billet (1) a déjà dit qu'il pensait que la tierce dérivait de la tropicale (2); nous croyons avoir démontré que la quarte en dérivait également et était particulièrement fréquente chez le nègre.

Nous sommes ainsi ramené à l'unité parasitaire du paludisme, toujours défendue par notre maître Laveran.

PALÉONTOLOGIE. — *Les* Dolichopodidæ *de l'ambre de la Baltique.* Note de M. **Fernand Meunier**, présentée par M. de Lapparent.

Cette Note résume les observations que j'ai faites sur les diptères de cette famille d'après l'étude de plusieurs milliers d'inclusions.

En 1850 (3), on ne connaissait que les genres *Rhaphium*, *Porphyrops*, *Medeterus*, *Chrysotus*, *Dolichopus* et *Psilopus*. Dans la collection royale des mines de Königsberg, j'ai trouvé les formes suivantes :

Xiphandrium, *Porphyrops*, *Achalcus*, *Medeterus*, *Thrypticus*, *Prochrysotus*, *Palæochrysotus*, *Gheynius*, *Chrysotus*, *Diaphorus*, *Nematoproctus*, *Psilopus*, *Hygrocelenthus*, *Saucropus*, *Dolichopus*, *Gymnopternus* et *Campsicnemus*.

---

(1) Billet, *Examen de 43 cas de paludisme provenant des régions tropicales* (*Comptes rendus de la Soc. de Biol.*, t. LIX, 25 novembre 1905, p. 539).

(2) Marchoux semble avoir observé le passage de la tropicale à la tierce; il cite [*Paludisme au Sénégal* (*Annales de l'Institut Pasteur*, 1897, p. 659)] le cas d'un Européen paludéen qui entre à l'hôpital le 7 décembre porteur d'hématozoaires à forme tropicale, présente le 9 des parasites de tierce, le 10 des rosaces et qui, ne prenant pas de quinine, était encore porteur, le 31 décembre, de formes tierces volumineuses n'occasionnant pas chez lui de réaction thermique.

(3) *Ueber den Bernstein u. die Bernsteinfauna*, p. 42.

La faune du succin comprend un grand nombre d'espèces à facies paléarctique et quelques formes voisines de celles de la région néarctique, il n'y a pas de type néotropical comme c'est le cas pour les *Tipulidæ* (genre *Polymera*).

Beaucoup de *Chrysotinæ* évoluaient lors de la formation de l'éocène supérieur. Les *Prochrysotus* sont de grande taille (5^{mm}). Les *Palæochrysotus*, très variables au point de vue de la morphologie du troisième article des antennes, atteignent le maximum de leur évolution et donnent naissance au genre *Gheynius*. Le rameau des *Chrysotus* vrais paraît ne s'être guère transformé. A en juger d'après les caractères des antennes, des ailes, des organes buccaux et locomoteurs, la plupart des genres de *Dolichopodidæ* étaient déjà bien différenciés. Les espèces offrent des signes peu appréciables et sont conséquemment très difficiles à débrouiller sans l'examen d'un grand nombre d'individus. Les caractères extraits de la forme du troisième article des antennes, de l'insertion du chète, de la disposition des nervures sur le champ de l'aile et des articles tarsaux sont ordinairement suffisants pour distinguer les formes affines.

Appliqués à l'étude des formes vivantes, ces caractères permettront de grouper plus rationnellement le nombre de leurs espèces. La distribution des macrochètes sur le thorax ne peut guère aider au dénombrement des types tertiaires, le groupement de ces cils ou « bristles » étant souvent enchevêtré par la fossilisation.

L'étude des diptères de cette famille, commencée il y a près de quinze ans, me permet de formuler les conclusions suivantes :

1. La faune des *Dolichopodidæ* de l'ambre est paléarctique, elle comprend aussi quelques formes néarctiques; il n'y a pas de type néotropical.

2. Elle ne représente qu'une partie de celle, vraisemblablement très riche en espèces, ayant habité le territoire ambrifère.

3. Les *Prochrysotus*, *Palæochrysotus* et *Gheynius* étaient encore en pleine évolution à l'époque tertiaire (une forme américaine actuelle, le *Chrysotus vividus* Lœw, rappelle le genre *Palæochrysotus*).

4. Les espèces sont éteintes mais très voisines des formes récentes, les genres tous bien représentés dans la faune actuelle.

M. Francis Laur adresse une *Note sur les couches de houille constatées par les sondages dans le bassin houiller lorrain.*

A 4 heures et quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 22 OCTOBRE 1906.

Internationale Assoziation der Akademien. *Bericht über die Tagung des Ausschusses der internationalen Assoziation vom* 30. *Mai bis* 1. *Juni* 1906 *in Wien*. Vienne, Imprimerie royale et nationale, 1906; 1 fasc. in-4°. (En allemand, en anglais et en français.)

Les vagues de la mer, leurs dimensions et les lois du mouvement de l'eau, par ÉMILE BERTIN, Membre de l'Institut. (Extr. de la *Revue scientifique* des 18 et 25 août 1906.) Paris; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Recherches sur l'élasticité : De l'équilibre et des milieux vitreux. Les milieux vitreux peu déformés. La stabilité des milieux élastiques. Propriétés générales des ondes dans les milieux visqueux et non visqueux, par PIERRE DUHEM, Correspondant de l'Institut. Paris, Gauthier-Villars, 1906; 1 vol. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Le carbone et son industrie, par JEAN ESCARD. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1906; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Moissan.)

Congrès préhistorique de France. Compte rendu de la première Session : Périgueux, 1905. Paris, Schleicher frères, 1906; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. de Lapparent.)

Congrès préhistorique de France : Session de Périgueux, 1905. *Discours d'inauguration : Mes fouilles dans la Dordogne de* 1887 *à* 1905. *Le squelette humain de Moustier. La grotte de Liveyre*, par ÉMILE RIVIÈRE. Le Mans, imp. Monnoyer, 1906; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

La télégraphie sans fil et la télémécanique à la portée de tout le monde, par E. MONIER, préface du Dr E. BRANLY. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1906; 1 fasc. in-12. (Hommage de l'auteur.)

M. le baron MAURICE DE ROTHSCHILD adresse une série d'Opuscules relatives aux collections rapportées de son voyage d'exploration scientifique en Afrique. 4 fasc. in-4° et 6 fasc. in-8°.

M. le MINISTRE DE LA GUERRE adresse sept Cartes nouvellement publiées par le Service géographique de l'Armée :

ASIE, au 1000000e : *Song-Pan Ting; Lan-Tchiou Fou; Khiwa; Tai-Yuan Fou; Kai-Fong Fou; Caboul Pechawer;* 7 feuilles in-plano. — TUNISIE, au 100000e : *Mahrès;* 1 feuille in-plano.

La Spéléologie au XXe *siècle, revue et bibliographie des recherches souterraines de* 1901 *à* 1906, par E.-A. MARTEL; 3e partie : *Applications aux sciences;* 4e partie :

Applications à l'hygiène publique; avec 17 figures. (*Spelunca*, t. VI, nos 44-46.) Paris, 1906; 1 vol. in-8°.

Sulla caduta dei projetti vesuviani in Ottajano durante l'eruzione dell'aprile 1906, per F. BASSANI e A. GALDIERI. Naples, 1906; 1 fasc. in-8°. (Hommage des auteurs.)

Funciones de la nutricion, por JULIO GARCIA ROMERO. Cacères, s. d.; 1 fasc. in-12.

Bibliothèque de l'Observatoire royal de Belgique, Uccle. *Liste alphabétique et index géographique des revues, journaux et collections périodiques,* préparés par A. COLLARD. Bruxelles, 1906; 1 fasc. in-4°.

Discurso leido en la solemne inauguracion del curso Academico de 1906 *a* 1907, por D. RAFAEL DE URENA Y SMENJAUD. Madrid, 1906; 1 vol. in-4°.

Hourly Readings, 1904, publ. by the authority of the meteorological Committee; new series, vol. V. Londres, 1906; 1 fasc. in-4°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 OCTOBRE 1906,

PRÉSIDENCE DE M. H. POINCARÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Méthode nouvelle et rapide pour la détermination des erreurs de division d'un cercle méridien.* Note de M. **Lœwy**.

Comme suite à la Communication du 16 octobre, il sera donné un exemple de détermination des erreurs de division en appliquant la première solution. Supposons que, par une méthode spéciale, qui sera exposée ultérieurement, on soit parvenu à connaître, de manière à pouvoir les considérer comme indépendantes, les positions des 21 traits fondamentaux : 90°, 60°, 120°, 45°, 135°, 36°, 72°, 108°, 144°, 30°, 150°, 20°, 40°, 80°, 100°, 140°, 160°, 18°, 54°, 126°, 162°, il s'agit de montrer comment on peut rattacher directement à ces repères les trois groupes de traits suivants :

(*a*).

6° 42° 66° 78° 102° 114° 138° 174°

(*b*).

12° 24° 48° 84° 96° 132° 156° 168°

(*c*).

4°	8°	16°	28°	32°	44°	52°	56°	64°	68°	76°	88°
92°	104°	112°	116°	124°	128°	136°	148°	152°	164°	172°	176°

Les nombres de degrés de la première série sont des multiples de 6, ceux de la seconde des multiples de 12 et, pour la troisième, des multiples de 4.

Ces trois groupes ont entre eux une connexion intime, comme on le verra; on ne pourrait pas, sans préjudice, les traiter séparément.

Avant tout, il est nécessaire d'établir un terme de comparaison permettant de se rendre compte rigoureusement de la portée réelle des résultats qui seront déduits. En se plaçant uniquement au point de vue géométrique,

nous comparerons la précision de tout résultat à la précision relative au trait de 90° réalisée par une seule détermination.

Si $\mathcal{E}$ désigne l'erreur probable d'une lecture du cercle, une détermination de E_{90} est sujette à l'erreur probable $\frac{\mathcal{E}}{\sqrt{2}}$.

L'unité de mesure de la précision sera alors le poids de cette évaluation fondée sur deux lectures du cercle.

En conséquence, lorsque, pour une division quelconque dont l'erreur de position est E_n, on trouvera que l'erreur probable de la mesure est égale à $\mathcal{E}\sqrt{\frac{a}{b}}$, le poids correspondant sera $p=\frac{b}{2a}$. D'autre part, on peut dire que $l=\frac{b}{a}$ exprime le nombre des lectures du cercle qu'il faudrait faire pour déterminer la division E_{90} avec le même poids p.

Supposons que, dans la réalité, il ait été nécessaire d'effectuer L lectures du cercle pour obtenir le poids p, les nombres p et $\frac{L}{l}$ permettront d'apprécier à la fois l'exactitude et la rapidité des opérations.

Rappelons maintenant, en peu de mots, la méthode employée pour déterminer par des rattachements un certain nombre $n-1$ de traits équidistants $T_1, T_2, \ldots, T_{n-1}$, compris entre deux traits fondamentaux T_0 et T_n, dont les erreurs de position ont été préalablement évaluées. Dans ce but, on dispose deux microscopes [1] aussi exactement que possible à la distance i correspondant à l'intervalle compris entre deux traits consécutifs; on amène successivement les traits T_0 et T_1, T_1 et T_2, ..., T_{n-1} et T_n sous les microscopes; on pointe chaque fois les deux traits et l'on prend la différence des lectures. Soient $d_1, d_2, \ldots, d_n$ les différences ainsi obtenues; on a alors, pour l'expression de l'intervalle i et pour les erreurs de position des traits considérés,

$$i=\frac{d_1+d_2+d_3+d_4+\ldots+d_n}{n}+\frac{E_n-E_0}{n},$$

$$nE_1=(1-n)d_1 \qquad +d_2+d_3+d_4+\ldots+d_n)+\ E_n+(n-1)E_0$$

$$nE_2=(2-n)(d_1+d_2) \qquad +\ 2(d_3+d_4+\ldots+d_n)+2E_n+(n-2)E_0$$

$$nE_3=(3-n)(d_1+d_2+d_3)+\ 3(d_4+d_5+\ldots+d_n)+3E_n+(n-3)E_0$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$

$$nE_{n-1}=[-d_1-d_2-d_3-\ldots-d_{n-1}+(n-1)d_n]+(n-1)E_n+E_0.$$

(1) Lorsqu'on parle de deux microscopes, il faut entendre qu'il y en a véritablement quatre opposés deux à deux à 180°.

Telle est la méthode usuelle (pour trouver l'erreur de division d'un trait quelconque). Pour réduire, en l'appliquant autant qu'il est possible, l'accumulation inévitable des erreurs, on subdivise graduellement, en deux ou trois parties égales, l'intervalle compris entre deux traits déjà déterminés T_r et T_s pour évaluer la position du trait ou des deux traits intermédiaires. — Considérons, maintenant, le cas où il s'agit du trait T_x, situé au milieu de l'intervalle entre T_r et T_s, on obtient l'erreur de position E_x de ce trait en faisant $n = 2$ dans les formules générales, qui se réduisent alors à celle-ci :

$$E_x = - D_1 + D_2 + E_r + E_s.$$

Mais, tandis que dans le procédé habituellement employé on n'obtient jamais qu'une seule valeur de E_x, basée sur ces repères E_r et E_s déjà altérés par des rattachements plus ou moins nombreux, dans la nouvelle méthode exposée ici, E_x est déterminée une ou plusieurs fois (de une à cinq fois) directement par rapport à des couples de traits fondamentaux situés dans les parties les plus variées de la circonférence. Ainsi, par exemple, dans les groupes (*a*), (*b*), (*c*) indiqués plus haut, nous aurons, pour le trait de 6°, les deux résultats suivants :

$$2E_6 = (-D_1 + D_2 + E_{30} + E_{162})_{24} \qquad 2E_6 = (-D_1 + D_2 + E_{72} + E_{120})_{66},$$

les indices 24 et 66 inscrits en bas des parenthèses indiquant les intervalles respectifs qui séparent le trait T_6 des deux traits connus T_{162} et T_{30} et le même trait T_6 des deux traits connus T_{120} et T_{72}. Il est bien entendu que T_{162} peut être confondu avec son opposé T_{342} et de même T_{120} avec son opposé T_{300}. Pour les traits de 4° et de 76° que nous allons considérer plus loin, on aura, d'une manière analogue,

$$2E_4 = (-D_1 + D_2 + E_{80} + E_{108})_{76} \qquad 2E_{76} = (-D_1 + D_2 + E_{72} + E_{80})_4.$$

Dans le but de parvenir au maximum de certitude avec un minimum de travail, on a encore employé un autre procédé qui a fourni selon les cas une ou plusieurs déterminations indépendantes des erreurs de division cherchées. Le principe de ce procédé consiste à profiter dans le cours du travail des intervalles i déterminés dans les opérations successives de la première méthode. Connaissant, en effet, cet intervalle i, l'erreur de division d'un trait quelconque T_x peut se déterminer si l'arc compris entre T_x et un trait connu T_r est égal à i. On a ainsi, en désignant par $\Delta_{x,r}$ la différence mesurée entre les traits T_x et T_r,

$$\Delta_{x,r} + E_r - E_x = i = \frac{d_1 + d_2 + \ldots + d_n}{n} + \frac{E_n}{n},$$

$$nE_x = (-d_1 - d_2 - \ldots - d_n + n\Delta_{x,r} + nE_r - E_n.$$

Cette détermination de E_x est surtout avantageuse, si le trait T_r est le trait 180° parce qu'alors le terme nE_r disparaît.

Voici quelques exemples de ce mode d'opération qui nous seront d'ailleurs utiles un peu plus tard.

$$3E_6 = (-d_1 - d_2 - d_3 + 3\Delta_{6,180} - E_{162})_{174} \qquad 3E_4 = (-d_1 - d_2 - d_3 + 3\Delta_{4,160} + 3E_{160} - E_{108})_{156}$$
$$3E_6 = (-d_1 - d_2 - d_3 + 3\Delta_{6.54} + 3E_{54} - E_{144})_{48} \qquad 5E_4 = (-d_1 - d_2 - d_3 - d_4 - d_5 + 5\Delta_{4,180} - E_{160})_{176}$$
$$3E_6 = (-d_1 - d_2 - d_3 + 3\Delta_{6.90} + 3E_{90} - E_{72})_{84} \qquad 3E_{76} = (-d_1 - d_2 - d_3 + 3\Delta_{76,160} + 3E_{160} - E_{72})_{84}$$

On remarquera que les divisions T_4 et T_{76} sont conclues de deux opérations indépendantes (la seconde pour T_{76} est donnée plus loin) et qu'il y en a 3 pour la division T_6.

Ces préliminaires établis, nous allons entreprendre la recherche directe des erreurs de division relatives aux trois groupes (*a*), (*b*), (*c*).

Pour atteindre ce but en faisant usage de la première méthode, on place successivement les deux microscopes à la distance qui sépare une division de l'origine adoptée.

Les Tableaux ci-dessous montrent clairement la série des opérations à effectuer pour le rattachement de chacun des traits du groupe considéré à l'origine et à un trait faisant partie des repères.

(*a*). *Multiples de* 6.

6	42	66	78	102	114	138	174
12	84	132	156	24	48	96	168
18	126	18	54	126	162	54	162

(*b*). *Multiples de* 12.

12	24	48	84	96	132	156	168
24	48	96	168	12	84	132	156
36	72	144	72	108	36	108	144

(*c*). *Multiples de* 4.

4	8	16	28	32	44	52	56	64	68	76	88	92	104	112	116	124	128	136	148	152	164	172	176
8	16	32	56	64	88	104	112	128	136	152	176	4	28	44	52	68	76	92	116	124	148	164	172
12	24	48	84	96	132	156	168	12	24	48	84	96	132	156	168	12	24	48	84	96	132	156	168
16	32	64	112	128	176	208	44	76	92	124	172	8	56	88	104	136	152	4	52	68	116	148	164
20	40	80	140	160	40	80	100	140	160	20	80	100	160	20	40	80	100	140	20	40	100	140	160

On voit, par exemple, que pour le rattachement du trait de 78°, après avoir disposé les deux microscopes à une distance de 78°, on doit faire subir au cercle deux déplacements 78° pour rencontrer un des traits de repère qui se trouve ici être le trait de 54°. Voici les expressions qui résultent des formules générales pour un certain nombre de traits qui interviendront dans l'exemple complet donné plus loin :

$$3E_6 = (-2d_1 + d_2 + d_3 + E_{18})_6 \qquad 3E_{12} = (-2d_1 + d_2 + d_3 + E_{36})_{36} \qquad 3E_{96} = (-2d_1 + d_2 + d_3 + E_{108})_{96}$$
$$3E_{12} = (-d_1 - d_2 + 2d_3 + 2E_{18})_6 \qquad 3E_{24} = (-d_1 - d_2 + 2d_3 + 2E_{36})_{36} \qquad 3E_{12} = (-d_1 - d_2 + rd_3 + 2E_{108})_{96}$$

$$5E_4 = [-4d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + E_{20}]_4$$
$$5E_8 = [-3(d_1 + d_2) + 2(d_3 + d_4 + d_5) + 2E_{20}]_4$$
$$5E_{12} = [-2(d_1 + d_2 + d_3) + 3(d_4 + d_5) + 3E_{20}]_4$$
$$5E_{16} = [-d_1 - d_2 - d_3 - d_4 + 4d_5 + 4E_{20}]_4$$

$$5E_{92} = [-4d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + E_{100}]_{92}$$
$$5E_4 = [-3(d_1 + d_2) + 2(d_3 + d_4 + d_5) + 2E_{100}]_{92}$$
$$5E_{96} = [-2(d_1 + d_2 + d_3) + 3(d_4 + d_5) + 3E_{100}]_{92}$$
$$5E_8 = [-d_1 - d_2 - d_3 - d_4 + 4d_5 + 4E_{100}]_{92}$$

$$5E_{136} = [-4d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + E_{140}]_{136}$$
$$5E_{92} = [-3(d_1 + d_2) + 2(d_3 + d_4 + d_5) + 2E_{140}]_{136}$$
$$5E_{48} = [-2(d_1 + d_2 + d_3) + 3(d_4 + d_5) + 3E_{140}]_{136}$$
$$5E_4 = [-d_1 - d_2 - d_3 - d_4 + 4d_5 + 4E_{140}]_{136}$$

En examinant ces formules, on voit que lorsqu'on détermine l'erreur de division E_6 du groupe (a) on obtient en même temps une valeur de l'erreur de division E_{12} du groupe (b). De même en déterminant E_{12} du groupe (b) on déduit simultanément une valeur de E_{24} du même groupe, l'ensemble des opérations relatives aux deux séries (a) et (b) conduit ainsi à trois valeurs des erreurs de division du groupe (b). Lorsqu'on passe au groupe (c), on constate qu'à l'aide de la totalité des mesures qui le concerne, on réalise non seulement trois déterminations indépendantes de chacun des traits de ce même groupe (c), mais en outre on arrive à trois nouvelles évaluations relatives à chacun des traits du groupe (b). Dans ce dernier cas on aura par exemple pour E_{12} :

$$5E_{12} = [-2(d_1 + d_2 + d_3) + 3(d_4 + d_5) + 3E_{20}]_4$$
$$5E_{12} = [-2(d_1 + d_2 + d_3) + 3(d_4 + d_5) + 3E_{140}]_{64}$$
$$5E_{12} = [-2(d_1 + d_2 + d_3) + 3(d_4 + d_5) + 3E_{80}]_{124}$$

Dans les méthodes usuelles, on n'entreprend que la détermination d'une seule série de divisions ou même d'une division isolée; dans la nouvelle méthode, au contraire, on combine ensemble plusieurs groupes. On se convaincra aisément du grand profit qui en est la conséquence. On aboutit à la fois à une notable diminution du travail et l'on acquiert, dans les conditions les plus variées, des valeurs indépendantes des éléments cherchés. On a vu ainsi que les erreurs de divisions concernant les traits T_{12}, T_{24}, T_{48}, T_{84}, T_{96}, T_{132}, T_{156}, T_{168} du groupe (b) se trouvent chacune fournies six fois par les opérations effectuées à l'occasion des mesures exécutées pour les traits des groupes (a), (b) et (c).

Toutefois, sous ce dernier rapport, une limite s'impose naturellement, elle est dictée à la fois par les conditions théoriques et pratiques du problème. En effet, si l'on voulait accroître le nombre considéré des groupes, il faudrait le porter immédiatement de 3 à 8 ; on possédera alors la faculté de pouvoir rattacher directement 86 traits du cercle aux repères fondamentaux, tandis que, dans la combinaison qui nous a paru préférable, cette

possibilité ne s'offre que pour 70 traits. Mais ce léger avantage ne compenserait pas quelques inconvénients qui se manifesteraient dans cette occurrence; on perdrait en précision et l'on serait en outre obligé d'effectuer un plus grand nombre d'opérations dans une seule séance. En partant de ce qui a été successivement exposé, on peut maintenant établir les équations dont la résolution conduira à la valeur des éléments cherchés; il suffira de faire l'analyse pour un des deux cas relatifs à chacune des trois séries (a), (b), (c).

Ces exemples seront donnés respectivement pour le premier trait T_6 et T_{12} des groupes (a) et (b) et pour les deux traits T_4 et T_{76} du groupe (c). En profitant des divers procédés d'évaluation expliqués, on aura :

$$(1)\quad 3E_6 = [-2d_1+d_2+d_3+E_{18}]_6$$
$$(2)\quad 3f\,E_6 = f\,[-d_1-d_2-d_3+3\Delta_{6,180}-E_{162}]_{174}$$
$$(3)\quad 2f_1E_6 = f_1[-D_1+D_2+E_{30}+E_{162}]_{24}$$
$$(4)\quad 2f_2E_6 = f_2[-D_1+D_2+E_{72}+E_{120}]_{66}$$
$$(5)\quad 6f_3E_6 = f_3\left\{\begin{matrix}(-d_1-d_2-d_3+3\Delta_{6,54}-3E_{54}-E_{144})_{48}\\(-d_1-d_2-d_3-3\Delta_{6,90}-3E_{90}-E_{72})_{84}\end{matrix}\right\}$$

$$(1)\quad 3E_{12} = [-2d_1+d_2+d_3+E_{36}]_{12}$$
$$(2)\quad 6\varphi E_{12} = \varphi\begin{bmatrix}(-d_1-d_2+2d_3+2E_{108})_{96}\\(-d_1-d_2+2d_3+2E_{18})_6\end{bmatrix}$$
$$(3)\quad 15\varphi_1E_{12} = \varphi_1\left\{\begin{matrix}[-2(d_1+d_2+d_3)+3(d_4+d_5)+3E_{20}]_4\\{}[-2(d_1+d_2+d_3)+3(d_4+d_5)+3E_{140}]_{64}\\{}[-2(d_1+d_2+d_3)+3(d_4+d_5)+3E_{80}]_{124}\end{matrix}\right\}$$

$$(1)\quad 5E_4 = [-4d_1+d_2+d_3+d_4+d_5+E_{20}]_4 \qquad 5E_{76} = [-4d_1+d_2+d_3+d_4+d_5+E_{20}]_{76}$$
$$(2)\quad 5\psi\,E_4 = \psi\,[-3(d_1+d_2)+2(d_3+d_4+d_5)+2E_{100}]_{92} \qquad 5\psi\,E_{76} = \psi\,[-3(d_1+d_2)+2(d_3+d_4+d_5)+2E_{100}]_{128}$$
$$(3)\quad 5\psi_1E_4 = \psi_1[-d_1-d_2-d_3-d_4+4d_5+4E_{140}]_{136} \qquad 5\psi_1E_{76} = \psi_1[-d_1-d_2-d_3-d_4+4d_5+4E_{140}]_{64}$$
$$(4)\quad 5\psi_2E_4 = \psi_2[-d_1-d_2-d_3-d_4-d_5+5\Delta_{4,180}-E_{160}]_{176} \qquad 5\psi_2E_{76} = \psi_2[-d_1-d_2-d_3-d_4-d_5+5\Delta_{76,180}-E_{160}]_{104}$$
$$(5)\quad 2\psi_3E_4 = \psi_3[-D_1+D_2+E_{80}+E_{108}]_{76} \qquad 2\psi_3E_{76} = \psi_3[-D_1+D_2+E_{72}+E_{80}]_4$$
$$(6)\quad 3\psi_4E_4 = \psi_4[-d_1-d_2-d_3+3\Delta_{4,160}+3E_{160}-E_{108}]_{156} \qquad 3\psi_4E_{76} = \psi_4[-d_1-d_2-d_3+3\Delta_{71,160}+3E_{160}-E_{72}]_{84}$$

Les indices inscrits à droite des parenthèses font connaître la position des microscopes à laquelle ont été effectuées les lectures d_1, d_2, d_3, ... On constate ainsi que les relations (3) et (5) concernant E_6 et la relation (6) relative à E_4 ont été établies à l'aide des mesures exécutées à l'époque des opérations concernant les corrections E_{24}, E_{48}, E_{84}, E_{156}.

Un premier coup d'œil jeté sur le Tableau précédent montre que, pour chacun des traits T_6, T_{12}, T_4, six déterminations absolument indépendantes peuvent être conclues à l'aide des divers procédés expliqués plus haut. Les dix-huit relations de ce Tableau, relatives à E_6, E_{12}, E_4, figurent déjà dans les pages précédentes. On y remarque aussi que toutes les régions du cercle interviennent dans ces évaluations. Les corrections de toutes les autres divisions des séries (a), (b), (c) seront données par des opérations analogues et des équations semblables.

Chacune des expressions relatives à un trait quelconque se compose de deux parties distinctes : la première est relative aux lectures d_1, d_2, ..., la seconde est une fonction des corrections des traits-repères. Les six relations concernant un des traits diffèrent entre elles aussi bien en précision qu'au point de vue de la rigueur du rattachement. Les facteurs f_1, f_2, f_3, ..., φ, ..., sont proportionnels aux poids qu'il faudrait connaître pour tirer le meilleur parti de la combinaison des six relations concernant un trait.

Au moyen des résultats ainsi acquis on aurait déjà, sous tous les rapports, réalisé un réel progrès. Mais il reste encore à franchir une étape d'une portée considérable. Pour arriver à la solution complète du problème, il y a à remplir d'autres conditions d'une importance capitale.

Soit qu'il s'agisse de la détermination de la correction de la position des traits-repères ou de celle de toute autre division, on n'a nullement tenu compte, dans le passé, de l'influence différente des diverses lectures d_1, d_2, d_3, ... sur le résultat cherché. Ces lectures se trouvent, dans les équations, accompagnées de facteurs plus ou moins notables multipliant d'une manière inégale les erreurs d'observation. Il est dès lors indispensable d'en combattre l'effet préjudiciable par une répétition rationnelle des diverses lectures. Dans une prochaine Communication je me propose de fournir des indications sur la réalisation de cette mesure qui rend la théorie très complexe, mais qui présente l'avantage de conduire à une solution définitive du problème considéré.

ZOOLOGIE. — *La Teigne de la Betterave* (Lita ocellatella *Boyd*). Note de M. **Alfred Giard**.

Le désir de renseigner très promptement les cultivateurs de Betteraves du Plateau central sur les moyens les plus propres à combattre le fléau qui dévastait leurs champs m'a fait commettre une erreur relativement à la désignation scientifique du parasite. Me trouvant le mois dernier dans mon laboratoire maritime de Wimereux, éloigné de toute collection et de toute bibliothèque entomologique, j'avais cru pouvoir rapporter la chenille de la Betterave à *Loxostege sticticalis* L. des lépidoptéristes américains (*Phlyctænodes* ou *Eurycreon sticticalis* des lépidoptéristes d'Europe). C'était d'ailleurs, à ma connaissance, l'unique Microlépidoptère qui eût été signalé comme sérieusement nuisible à la Betterave (voir *Comptes rendus*, 1er octobre 1906, p. 458).

Cependant j'avais été frappé de la couleur d'un rose vif que prennent les larves au moment de la nymphose, alors que celles de *Loxostege* demeurent verdâtres. La structure des pattes membraneuses et l'aspect du cocon d'un beau blanc m'avaient aussi inspiré des doutes encore accrus par la ressemblance des galeries creusées dans la Betterave avec celles que produisent dans la Pomme de terre les chenilles de *Gelechiadæ* (*Lita solanella* B.).

En réalité, comme j'ai pu m'en convaincre par une étude plus complète, le parasite de la Betterave appartient bien au genre *Lita* et à l'espèce *Lita ocellatella* (Boyd, 1858).

Il va sans dire, étant données la similitude de mœurs et la proche parenté zoologique, que ce changement de nom ne modifie en rien les conseils prophylactiques et les remèdes que j'ai indiqués dans ma Note précédente.

C'est en 1875 que M. P. Mabille fit connaître le premier, dans le *Bulletin de la Société entomologique de France* (p. CVI et CVII), le danger possible que créait *Lita ocellatella* pour la culture de la Betterave. Il avait observé le parasite sur les Betteraves cultivées comme légumes dans les jardins aux environs de Paris, à Billancourt, Boulogne et Sèvres. Antérieurement, comme le fit observer E. Ragonot (*l. c.* p. CVII), *Lita ocellatella* n'avait été signalée qu'en Angleterre, sur la côte de Cornouailles, où elle avait été élevée par Boyd, de chenilles vivant en mai dans les fleurs de *Beta maritima*, à Porto Santo, où elle avait été découverte par Wollaston et à Lyon où le papillon avait été capturé par G. Rouast.

« Il est singulier, écrivait M. P. Mabille, qu'elle (la chenille) n'ait pas encore été observée ou signalée par ceux qui se sont occupés spécialement des insectes nuisibles à l'agriculture. »

Combien plus singulier encore que, depuis trente ans, l'observation de P. Mabille soit demeurée inconnue et n'ait pas été citée par les auteurs même les plus récents qui se sont occupés tout particulièrement des parasites de la Betterave [1]!

Les détails donnés par cet excellent entomologiste concordent absolument avec ce que nous avons pu constater, soit en ce qui concerne les mœurs de la chenille, soit en ce qui a trait à l'époque de son apparition. « Elle vit, dit-il, pendant tout le mois d'août, une partie de septembre, et le papillon commence à éclore dans les premiers jours d'avril de l'année suivante. Il y a des éclosions jusqu'au mois de mai. »

E. Ragonot, qui avait vu et déterminé les papillons obtenus par P. Mabille en rapprochant ces observations de celles faites par Boyd en Angleterre, croyait de son côté pouvoir établir de la façon suivante le cycle évolutif de *Lita ocellatella :*

« Il paraîtrait donc qu'il y a deux générations, l'une dont la chenille vit à la fin de

---

(1) Il n'est fait nulle mention de *L. ocellatella*, pas plus d'ailleurs que de *Phlyctærodes sticticalis*, dans les traités spéciaux : Walter MUELLER, *Tierische Zuckerrübenschädlinge*, Berlin, Paul Parey, 1893; Anton STIFT, *Die Krankheiten und thierischen Feinde der Zuckerrübe,* Vienne, Wilhelm Frick, 1900.

mai dans les fleurs de Betteraves donnant le papillon en juin et l'autre dont la chenille vit, comme l'indique M. Mabille, paraissant à la fin d'avril et au commencement de mai. »

Il semble bien qu'il n'en est pas toujours ainsi, du moins dans les endroits où la Betterave n'est pas cultivée pour la graine et quand il ne s'agit pas de la Betterave maritime, source probable de nos races potagères ou industrielles.

D'après ce que nous avons pu voir sur les échantillons provenant du Plateau central et mis obligeamment à notre disposition par M. le Dr Auzat, chaque Betterave renferme, vers la fin de septembre, un grand nombre de larves à tous les états de développement, ce qui semblerait indiquer à la fin de l'été des générations successives et en quelque sorte *subintrantes* dont le nombre varie peut-être avec les conditions météorologiques et resterait à déterminer d'une façon précise.

Il me paraît utile d'insister sur une particularité éthologique des chenilles de *Lita ocellatella* qui présente, à mon avis, une certaine importance pratique. Je veux parler de la facilité avec laquelle ces larves se glissent entre les fissures les plus étroites et s'échappent de tout récipient qui n'est pas très hermétiquement clos. Même dans des cristallisoirs à bords rodés à l'émeri et couverts d'une plaque de verre à rainure assez pesante, on les voit s'insinuer en s'aplatissant entre les bords et le couvercle, là où il y a le moindre écart. Elles sortent très aisément d'une boîte de carton ordinaire enveloppée dans deux ou trois feuilles de papier. A moins de prendre les plus grands soins de clôture, il est donc fort imprudent d'expédier dans un pays où la Betterave est cultivée largement des échantillons de ces chenilles vivantes qui pourraient s'échapper et contaminer une localité antérieurement indemne.

J'ai tout lieu de croire, comme je l'ai dit dans ma Note précédente, que nos départements septentrionaux où la culture de la Betterave est si étendue ont échappé jusqu'à présent aux attaques des Microlépidoptères.

Dans son *Catalogue des Lépidoptères du département du Nord*, P. Paux [1] indique, il est vrai, *Lita ocellatella* comme pas rare dans les dunes de Zuydcote, Ghyvelde et Nieuport en juin et septembre sous les herbes des bas-fonds maritimes. Mais *Beta maritima* ne dépasse pas vers le Nord les environs de Boulogne-sur-Mer, où elle est déjà assez rare, et il est probable que Paux a confondu *L. ocellatella* avec l'espèce très voisine *L. atripli-*

(1) *Bulletin scientifique de France et de Belgique*, t. XXXV, 1901, p. 680.

cella F. R., dont la chenille vit en juillet sur les fleurs de diverses Chénopodées et qui n'est pas citée dans son Catalogue.

Je signalerai en passant deux particularités intéressantes de la chenille de *L. ocellatella* qui lui sont communes sans doute avec d'autres espèces du même groupe.

La première est la rapidité avec laquelle s'opère le changement de couleur du pigment des lignes longitudinales dorsales. Ce changement commence dès que les chenilles sortent de leurs retraites pour filer le cocon où elles subiront la nymphose. Il semble dépendre de l'action de la lumière et l'on peut le retarder en maintenant les larves à l'obscurité. De pareils changements de coloration s'observent d'ailleurs chez les chenilles de nombreux Lépidoptères et dépendent aussi des phénomènes asphyxiques qui précèdent la nymphose.

L'autre particularité a trait à la distinction des sexes qui peut se faire à une époque très précoce, à l'œil nu et sans dissection, vers la troisième mue. On aperçoit sur les chenilles mâles, au tiers postérieur environ de la longueur du corps, deux taches dorsales foncées qui indiquent les testicules visibles par transparence, comme cela a été constaté par Poulton chez *Ephestia Kuehniella* Z.

Vus au microscope à un faible grossissement, les testicules de *L. ocellatella* sont réniformes, divisés en quatre loges par des cloisons transversales et revêtus d'une épaisse membrane fortement colorée en brun. Cette espèce fournit donc un nouvel exemple très net et très facile à observer de la différenciation précoce des organes sexuels chez les Lépidoptères et, par suite, de l'inanité des tentatives faites pour obtenir un changement de sexe en modifiant la nourriture des larves.

M. A. de Lapparent fait hommage à l'Académie de la 6e édition de son *Abrégé de Géologie*.

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Instruction publique adresse à l'Académie un travail de M. de Moüy, Vice-Consul de France à Messine, contenant en particulier un *Résumé des opinions émises sur les tremblements de terre de Palerme et de Termini* par les professeurs italiens les plus autorisés.

M. **Jules Tannery** prie l'Académie de le compter au nombre des candidats à l'une des places vacantes dans la Section des Académiciens libres.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Cours d'Astronomie,* par H. Andoyer. Première partie : *Astronomie théorique.*

2° *La Géométrie analytique générale,* par H. Laurent.

3° Le 6e fascicule (Oiseaux) des *Décades zoologiques* de la Mission scientifique permanente d'exploration en Indo-Chine. (Présenté par M. Yves Delage.)

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil faites à l'Observatoire de Lyon, pendant le deuxième trimestre de* 1906. Note de M. **J. Guillaume**, présentée par M. Mascart.

Ce trimestre comporte 60 jours d'observation et les principaux faits qui en résultent sont les suivants :

Taches. — On a noté deux groupes en plus que dans le précédent (50 au lieu de 48), mais leur surface totale est légèrement moindre (4484 millionièmes au lieu de 4717).

Le nombre des groupes a diminué de moitié dans l'hémisphère austral (13 au lieu de 23) et augmenté d'un tiers dans l'autre hémisphère (37 au lieu de 25).

On a constaté un ralentissement très marqué de production des taches dans la première quinzaine du mois de juin et, le 18, il n'y en avait aucune au moment de l'observation. Elles ont réapparu ensuite assez rapidement et le 30 on comptait 10 groupes, dont une belle tache régulière arrivée au bord oriental du disque solaire le 28, à +21° de latitude.

Il n'y a pas eu, dans ce trimestre, de tache ou groupe visible à l'œil nu.

Régions d'activité. — De même que les taches, les groupes de facules ont augmenté en nombre et diminué en surface ; on a, en effet, 99 groupes avec une aire de 96,4 millièmes, au lieu de 92 groupes et 107,1 millièmes.

Dans leur répartition entre les deux hémisphères, on compte 3 groupes en moins au sud de l'équateur (36 au lieu de 39) et 10 en plus au nord (63 au lieu de 53).

TABLEAU I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Avril. — 0,00.			
27- 5	8	1,3	—12		254
2- 5	4	1,8		+12	73
29- 8	2	3,7	—10		6
31-11	9	6,3		+19	193
4-10	5	8,6		+19	33
8	1	8,7		+ 7	4
5-14	7	11,1		+24	325
9-17	4	12,4		+ 9	31
8-17	7	12,9	—19		86
11-18	5	14,0		+11	32
14-24	7	20,8		+17	289
20-21	2	22,0		+ 7	11
20	1	22,0	—28		11
28- 1	3	28,5		+11	281
24- 1	4	29,8		+12	54
1- 5	2	30,5		+24	17
	18 j.		—17°,3	+14°,3	
		Mai. — 0,00.			
10	1	6,2		+24	3
7- 8	2	7,2		+14	15
9	1	8,7		+24	3
5-16	10	10,5		+ 7	125
5-16	10	11,2	—22		266
7-18	11	12,0		+12	209
14	1	14,4		+19	4
10-18	8	15,8		+14	259
17-18	2	19,5	—24		4
26	1	22,6		+17	18
		Mai (suite).			
22-30	6	25,0		+ 9	287
30	1	26,0		+ 9	2
25-31	6	27,1		+ 8	131
29	1	28,2		+27	6
25- 3	8	28,9		+12	455
25-31	6	30,4		+17	19
28-31	4	31,0	—11		55
	20 j.		—19°,0	+15°,2	
		Juin. — 0,05.			
31- 4	4	4,1	—13		15
31- 9	7	5,5		+15	57
3- 9	5	7,3	—17		21
8-13	5	7,6		+20	117
3- 9	5	7,9	—24		28
4- 7	2	10,0		+18	31
7-16	9	12,0		+13	164
14-16	3	15,2	—10		10
20	1	16,6	—24		6
20-21	2	21,8	—21		4
19-22	4	22,2		+ 8	29
26	1	23,6		+14	15
19-30	9	24,8		+11	39
21-30	7	26,6		+ 4	85
27- 2	5	27,2		+21	78
30- 5	4	29,8		+ 6	197
30- 5	4	29,8		+14	27
	22 j.		—18°,2	+13°,1	

TABLEAU II. — *Distribution des taches en latitude.*

1906.	Sud. 90°. 40°.	30°.	20°.	10°.	0°.	Somme.	Nord. Somme.	0°. 10°.	20°.	30°.	40°.	90°.	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Avril.......	»	»	1	2	1	4	12	3	7	2	»	»	16	1700
Mai........	»	»	2	1	»	3	14	4	7	3	»	»	17	1861
Juin........	»	»	3	2	1	6	11	3	7	1	»	»	17	923
Totaux...	»	»	6	5	2	13	37	10	21	6	»	»	50	4484

TABLEAU III. — *Distribution des facules en latitude.*

1906.	Sud. 90°. 40°.	30°.	20°.	10°.	0°.	Somme.	Nord. Somme.	0°. 10°.	20°.	30°.	40°.	90°.	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Avril.......	»	»	1	10	3	14	18	2	11	5	»	»	32	34,3
Mai........	»	1	2	5	1	9	26	7	13	6	»	»	35	32,0
Juin........	1	»	5	6	1	13	19	2	14	3	»	»	32	30,1
Totaux...	1	1	8	21	5	36	63	11	38	14	»	»	99	96,4

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur la déformation des quadriques.* Note de M. LUIGI BIANCHI.

1. Dans une première Note, que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie ([1]), j'ai fait connaître les propositions fondamentales qui m'ont servi à construire une théorie des transformations des surfaces applicables sur les quadriques générales. Je me permets d'y ajouter aujourd'hui quelques propositions nouvelles, qui font mieux ressortir la nature géométrique de ces transformations, en les rapprochant encore plus des transformations de Bäcklund pour les surfaces à courbure constante, auxquelles elles se réduisent lorsque la quadrique devient une sphère (imaginaire ou réelle).

On se rappelle qu'une de ces transformations simples, indiquées par B_σ dans ma première Note, fait dériver de toute surface S, applicable sur une quadrique Q quelconque, une simple infinité de surfaces S_1 déformées de la même quadrique. Chaque nouvelle surface S_1 et la surface primitive S sont alors les deux nappes de la surface focale d'une congruence rectiligne W, et nous avons en premier lieu le théorème : *Au système conjugué commun à la surface* S *et à la quadrique applicable* Q *correspond, sur la deuxième nappe* S_1, *le système homologue, commun à* S_1, Q. Ajoutons que ce système est *isotherme conjugué,* comme M. Darboux l'a reconnu le premier.

Une question fondamentale à résoudre est maintenant la suivante : quel est le lieu des ∞^1 points M_1 des surfaces transformées S_1, correspondant au même point M de S ? C'est évidemment une courbe tracée dans le plan tangent en M à la surface S, et nous trouvons : *Le lieu cherché est une conique* C *dont la forme et la position, dans le plan tangent de* S, *restent invariablement liées à la surface* S *dans toutes ses déformations.*

2. D'après ce résultat fondamental, la recherche des surfaces transformées S_1 d'une surface donnée S (applicable sur la quadrique Q) se décompose d'elle-même en deux problèmes successifs, dont le premier se rapporte à fixer (une fois pour toutes) les ∞^2 coniques C dans les plans tangents de S, tandis que le second aura pour objet de fixer sur chaque conique C, déjà connue, le point M_1 correspondant de l'une des surfaces transformées S_1. Or le premier problème trouve sa solution complète dans la simple proposition suivante : *Si l'on applique la surface* S *sur la qua-*

([1]) Voir *Comptes rendus,* t. CXLII, séance du 5 mars 1906.

drique Q, *les* ∞^2 *coniques* C *deviennent les sections produites par les plans tangents de* Q *dans une quadrique homofocale* Q′ (*arbitraire*).

Il est bon d'observer que la valeur de la constante σ, attachée à la transformation B_σ, dépend du choix de la quadrique Q′ dans le système homofocal. En particulier, on peut réduire la quadrique Q′ à un des plans principaux de Q, et alors les coniques C se réduisent aux droites d'intersection de ce plan de symétrie avec les plans tangents de Q : c'est le cas le plus simple de nos transformations.

On observera encore que, si la quadrique Q devient une sphère, les quadriques Q′ sont les sphères concentriques et les coniques C sont les cercles de rayon constant qui interviennent dans la transformation de Bäcklund des surfaces à courbure constante.

3. Quant au deuxième problème, il faut avant tout remarquer que les coniques C sont bien invariablement liées, ainsi que nous l'avons dit, aux déformations de la surface S, mais les points M_1 de leur rencontre avec les surfaces transformées S_1 changent au contraire de position sur les coniques C à chaque déformation de la surface S. (Il y a un seul cas d'exception : celui de la transformation *complémentaire* des surfaces de courbure constante.) Maintenant la propriété géométrique fondamentale pour la résolution de notre problème est donnée par le théorème suivant : *Les* ∞^1 *surfaces transformées* S_1 *divisent homographiquement toutes les coniques* C.

C'est à cause de cela que, si l'on introduit comme inconnue la valeur du paramètre t, dont les coordonnées du point M_1, mobile sur la conique C, sont des fonctions rationnelles (du second degré), on a pour déterminer t une équation (aux différentielles totales) *du type de Riccati*.

4. J'ai étudié en particulier les surfaces *gauches* applicables sur les quadriques, en m'aidant d'un beau théorème, dû à M. O. Chieffi, qui s'applique en général à toute surface déformée d'une surface gauche [1]. Considérons une de nos convergences W, dont les deux nappes focales S, S_1 sont applicables sur une même quadrique Q, et prenons un couple quelconque (a, a_1) de lignes asymptotiques correspondantes sur S, S_1. Par les points de l'asymptotique a menons les droites r tangentes aux lignes géodésiques de S, qui correspondent, dans l'applicabilité, aux droites de l'un ou bien de l'autre système de la quadrique Q; ces droites r forment une surface gauche R qui, d'après le théorème de M. Chieffi, sera aussi ap-

(1) *Sulle deformate dell'iperboloïde rotondo ad una falda* (*Giornale di Matematiche di Battaglini*, t. XLIII, 1905, n° 1).

plicable sur la quadrique Q. La même construction, effectuée par rapport à la seconde nappe S_1 et à l'asymptotique a_1, donne une seconde surface gauche R_1 applicable sur Q; nous avons alors ce théorème :

Les surfaces gauches R, R_1 (*applicables sur la quadrique* Q) *sont à leur tour les deux nappes focales d'une congruence rectiligne* W.

Cette proposition s'applique encore dans le cas où les surfaces primitives S, S_1 sont elles-mêmes gauches; il suffit d'effectuer notre construction par rapport à celles des droites de Q qui ont perdu sur S, S_1 leur forme rectiligne. Il est visible que notre proposition permet de déduire, d'une de nos congruences W connue, un nombre illimité de telles congruences, avec les deux nappes focales réglées et applicables sur la même quadrique.

5. Ces derniers résultats nous amènent au problème général proposé aussi par M. E.-J. Wilczinski dans son livre récent [1], qui demande de construire toutes les congruences rectilignes W, dont les deux nappes focales sont réglées. La proposition suivante en donne la solution complète : *Une surface gauche* R *arbitraire étant donnée, considérons une quelconque de ses déformations infiniment petites, qui la conservent réglée et menons par les points de* R, *dans les plans tangents, les droites normales à la direction du déplacement que la déformation considérée imprime au point de contact. La congruence de droites ainsi obtenue sera la congruence* W *la plus générale, dont la première nappe est la surface réglée* R, *et la seconde nappe une autre surface réglée* R_1.

Toutes ces congruences W, qui ont la première nappe R de la focale en commun, dépendent d'une fonction arbitraire d'une variable. Peut-on disposer de cette fonction arbitraire, de telle manière que la seconde nappe R_1 devienne applicable sur la première R? Cela a lieu, en effet, pour les déformées gauches des quadriques et la même propriété subsiste encore, par exemple, dans le cas des déformées réglées du caténoïde, c'est-à-dire pour les surfaces lieux des binormales aux courbes de torsion constante. Toutes les fois que, pour une classe de surfaces gauches applicables, une telle circonstance se présentera, on pourra construire pour *toutes* leurs déformées une théorie des transformations analogue à celle dont nous avons parlé pour le cas des quadriques.

---

(1) *Projective differential geometry of curves and ruled surfaces.* Leipzig, Teubner, 1906. Voir p. 190. *Ex.* 5*.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les transformations de quelques équations linéaires aux dérivées partielles du second ordre.* Note de M. **J. Clairin**, présentée par M. Appell.

Pour connaître toutes les équations aux dérivées partielles du second ordre à deux variables indépendantes qu'une transformation de Bäcklund permet de remplacer par une équation linéaire, sans que les variables indépendantes soient modifiées, il reste seulement à considérer les transformations de troisième espèce. Je me propose d'indiquer dans cette Note quelques-unes des équations satisfaisant à cette condition : il serait, semble-t-il, beaucoup plus difficile de les obtenir toutes que de résoudre le même problème dans le cas des transformations (B_1) et (B_2).

On peut toujours écrire une équation linéaire avec les notations habituelles

$$s + a(x, y)p + b(x, y)z = 0. \tag{1}$$

Une telle équation admet toutes les transformations ponctuelles infinitésimales dont la fonction caractéristique est $\lambda z + \psi(x, y)$, λ désignant une constante arbitraire et $\psi(x, y)$ une intégrale quelconque de (1); d'ailleurs, si λ est différent de zéro, un simple changement de fonction inconnue permet toujours de remplacer cette fonction caractéristique par z. J'ai cherché toutes les transformations (B_3), applicables à l'équation (1), telles qu'à toute intégrale de l'équation transformée correspondent ∞^1 intégrales de (1) déduites de l'une d'entre elles à l'aide des transformations ponctuelles du groupe engendré par une des transformations infinitésimales qui viennent d'être considérées.

Si λ est nul, les seules équations que l'on obtienne ainsi sont celles que j'ai indiquées dans un Mémoire des *Annales de la Faculté de Toulouse* [1] et qu'une transformation (B_2) permet de déduire d'équations linéaires.

Si λ n'est pas nul, on trouve d'abord certaines équations, étudiées par M. Goursat [2], auxquelles s'applique la méthode d'intégration de M. Darboux. Parmi les transformations qui satisfont aux conditions expliquées

---

(1) 2e série, t. V, 1903.

(2) *Annales de la Faculté de Toulouse*, 2e série, t. I, 1899. Les équations dont il s'agit ici portent les numéros (II), (IV), (V) dans le Mémoire de M. Goursat.

figurent aussi celles que j'ai signalées dans une Note antérieure ([1]) et dans ma Thèse ([2]). En outre, la transformation

$$p' = \frac{p}{z} + \mathrm{F}\left[x, \frac{\alpha(x, y) p e^{z'}}{z}\right],$$
$$q' = \frac{q}{z}$$

permet de passer de l'équation

$$s + \frac{1}{\alpha}\frac{\partial \alpha}{\partial y} p = 0$$

à

$$\frac{\alpha(x, y) s'}{\alpha(x, y) q' + \dfrac{\partial \alpha}{\partial y}} + p' = \mathrm{F}\left[x, \frac{-\alpha^2(x, y) e^{z'} s'}{\alpha(x, y) q' + \dfrac{\partial \alpha}{\partial y}}\right].$$

Enfin la transformation (B_3)

$$z p' = p[1 + \alpha(x, y) e^{z'}],$$
$$z q' = q + \beta(x, y) z e^{z'}$$

est applicable à l'équation

$$\alpha(x, y) s + \left[\frac{\partial \alpha}{\partial y} - \beta(x, y)\right] p - \frac{\partial \beta}{\partial x} z = 0;$$

on vérifie immédiatement que z' satisfait à une équation de Moutard.

Les transformations qui viennent d'être énumérées sont les seules qui jouissent des propriétés énoncées.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le système d'intégrales de différentielles totales appartenant à une surface hyperelliptique.* Note de M. **E. Traynard**, présentée par M. Painlevé.

Dans une Note précédente ([3]), j'ai donné l'équation d'une surface hyperelliptique du huitième degré, pour laquelle les coordonnées homogènes d'un point sont les quatre fonctions d'ordre quatre, de caractéristique

([1]) *Comptes rendus,* 26 décembre 1905.

([2]) *Annales de l'École Normale supérieure,* 3e série, t. XIX, suppl., p. 22.

([3]) *Comptes rendus,* t. CXXXIX, p. 718.

nulle, relatives au Tableau des périodes

$$(T_4)\qquad \begin{cases} \frac{2i\pi}{4}, & 0, & a, & b, \\ 0, & 2i\pi, & b, & c. \end{cases}$$

Je rappelle cette équation en mettant en évidence les quatre paramètres homogènes dont elle dépend :

$$\begin{aligned} S \equiv [&a_1 a_2 (x^2 - z^2)^2 + (a_1 a_3 + 2a_4^2)(x^2 + z^2)y \\ &+ a_2 a_4 (y^2 - 1)^2 + (2a_1 + a_3)a_4 (y^2 + 1)xz]^2 \\ &- (a_1^2 - a_4^2)(x^2 - z^2)^2 [a_2^2 (x^2 - z^2)^2 + 2a_2 a_3 (x^2 + z^2)y \\ &\qquad + a_3^2 y^2 - a_4^2 (y^2 + 1)^2 + 4a_2 a_4 (y^2 + 1)xz] = 0. \end{aligned}$$

La connaissance des courbes doubles de la surface et l'existence de seize transformations linéaires de la surface en elle-même m'ont permis de déterminer la forme des intégrales de différentielles totales qui lui appartiennent.

Les expressions des polynomes servant à former ces intégrales sont les suivantes [1] :

$$\begin{aligned} A = {} & a_2 a_4 (x^2 - z^2)^2 (\alpha z + \beta xy) + a_2 a_4 (y^2 - 1)^2 (\alpha xy + \beta z) \\ & + \alpha yz (a_5 x^2 y^2 + 2a_6 xyz + a_5 z^2) \\ & + \beta x (a_5 x^2 + 2a_6 xyz + a_5 y^2 z^2) + \frac{\alpha a_6 + \beta a_5}{2} x (x^2 - z^2)(y^2 - 1), \\ B = {} & \alpha a_2 a_4 (y^2 - 1)^3 + \beta a_2 a_4 (x^2 - z^2)^2 (y^2 - 1) \\ & + \alpha a_5 xz (y^4 - 1) + \alpha a_6 y (x^2 + z^2)(y^2 - 1), \\ C = {} & a_2 a_4 (x^2 - z^2)^2 (\alpha x + \beta yz) + a_2 a_4 (y^2 - 1)^2 (\alpha yz + \beta x) \\ & + \alpha xy (a_5 x^2 + 2a_6 xyz + a_5 y^2 z^2) \\ & + \beta z (a_5 x^2 y^2 + 2a_6 xyz + a_5 z^2) - \frac{\alpha a_6 + \beta a_5}{2} z (x^2 - z^2)(y^2 - 1) \end{aligned}$$

---

(1) Les notations employées sont celles de M. Picard. α et β sont deux paramètres. J'ai posé, pour abréger,

$$a_5 = (2a_1 + a_3)a_4, \qquad a_6 = a_1 a_3 + 2a_4^2.$$

ou bien

$$\begin{aligned}
\theta_1 = {} & 2\alpha[4a_2a_4z(x^2-z^2)^2+4a_5yz^3+a_6x(y^2+1)(3z^2-x^2)] \\
& +2\beta[4a_2a_4z(y^2-1)^2+a_5x(x^2+z^2)(y^2+1)+4a_6x^2yz], \\
\theta_2 = {} & -2\alpha[4a_2a_4(y^2-1)^2+4a_5xz+a_6y(x^2+z^2)(3-y^2)] \\
& -2\beta[4a_2a_4(x^2-z^2)^2+a_5y(x^2+z^2)(y^2+1)+4a_6xy^2z], \\
\theta_3 = {} & 2\alpha[4a_2a_4x(x^2-z^2)^2+4a_5x^2y+a_6z(y^2+1)(3x^2-z^2)] \\
& +2\beta[4a_2a_4x(y^2-1)^2+a_5z(x^2+z^2)(y^2+1)+4a_6xyz^2], \\
\theta_4 = {} & -2\alpha[4a_2a_4y(y^2-1)^2+4a_5xy^3z+a_6(x^2+z^2)(3y^2-1)] \\
& -2\beta[4a_2a_4y(x^2-z^2)^2+a_5(x^2+z^2)(y^2+1)+4a_6xyz].
\end{aligned}$$

Deux intégrales de la forme

$$\int \frac{B\,da - A\,dy}{S'_z}$$

sont égales à des combinaisons linéaires de u et v et leurs périodes sont les mêmes combinaisons des périodes du Tableau T_4.

On a ainsi un cas entièrement explicité où l'on connaît la valeur du diviseur de la première période.

GÉODÉSIE. — *Sur les triangulations géodésiques complémentaires des hautes régions des Alpes françaises (quatrième campagne).* Note de M. **P. Helbronner**, présentée par M. Michel Lévy.

Dans notre Communication du 13 novembre 1905, nous rendions compte de la campagne que nous venions d'effectuer dans le massif Pelvoux-Écrins et nous annoncions qu'elle n'était que la première partie du travail nécessaire pour relever le détail de ce puissant groupement alpestre. Notre campagne de 1906, qui a duré trois mois (18 juin-20 septembre) et qui fut favorisée par un beau temps exceptionnel et continu, nous a permis d'y achever le programme que nous nous étions tracé et même d'étendre dès cette année nos triangulations sur les massifs contigus au Nord et à l'Est.

Les stations géodésiques effectuées s'élèvent au nombre de 132 et peuvent se diviser en trois catégories bien distinctes.

Une première série a eu pour but de compléter le réseau des stations primaires de 1905 dans le massif Pelvoux-Écrins proprement dit.

Ce sont les stations : du Pic Turbat de Valsenestre (2759^m E. M.), du Grand Rochail (Pointe de Malhaubert) (3070^m E. M.), de la Tête du Toura (2918^m E. M.), de Roche Faurio (3716^m E. M.), de la Brèche de la Meije (déjà stationné en 1905, 3360^m), du Grand Pic de la Meije (3987^m E. M.), du Col du Galibier (déjà stationné en 1905, 2660^m), du Pic des Neyzets (2630^m), du Sommet de la Cucumelle (2703^m E. M.), du Prorel (2572^m E. M.).

Une seconde série, comprenant environ quatre-vingts stations secondaires et tertiaires, a eu pour but, par l'adjonction de leurs visées à celles issues des stations de 1905 et des stations primaires de 1906, de terminer l'établissement des points de détail du massif Pelvoux-Écrins proprement dit.

Nous citerons notamment les stations de la Brèche du Lauvitel (2785^m), du Col de Cote-Belle (2300^m), du Col de Turbat de l'Olan (2700^m), du Jandri (3292^m E. M.), de la Brèche de la Jassire (3260^m), de la Tête de Duret (3395^m), de la Pointe de Muretouse (3258^m E. M.), de la Tête du Lac Noir (3075^m), de Roche Mantel (3052^m E. M.), de de la Brèche de la Platte des Agneaux (3245^m), du Col des Écrins (3360^m), du Col la Cucumelle (2510^m), du Col de l'Eychauda (2445^m), du Col des Neyzets (2740^m), du Rocher de l'Yret (2835^m), du Col de Montagnolle (2725^m), du Lac de l'Eychauda (2575^m), de la Croix de Cibouit (2615^m), du Col de Méa (2455^m), du Glacier Noir (1985^m), etc.

Une troisième catégorie de stations (primaires, secondaires et tertiaires) a formé l'extension de notre réseau dans les massifs de la région septentrionale du Briançonnais, des Cerces et du Thabor, jusqu'à la frontière italienne. Cette région nouvellement intéressée par nos triangulations présente une superficie d'environ 500$^{km^2}$.

Le réseau primaire en est constitué par les stations du Thabor (station du 1er ordre du Dépôt de la Guerre, 3165^m E. M.), de la Grande Chible (2936^m E. M.), de l'Aiguille de l'Epaisseur (3241^m E. M.), de Roche Château (2924^m E. M.), de la Pointe des Cerces (3105^m), de l'Aiguillette du Lauzet (2727^m), du Sommet de Challange (2953^m E. M.), de Roche Gautie (2750^m E. M.), du Sommet de Peyrole (2640^m E. M.), de la Pointe de Pécé (2731^m E. M.), du Grand Charvet (2680^m E. M.), du Janus (2514^m E. M.).

Parmi les stations secondaires et tertiaires, nous mentionnerons celles de Roche Olvéra (2654^m E. M.), du Col de la Madeleine (2780^m), du Col des Masses (2756^m E. M.), du Col de la Paré (2500^m), du Col du mont Genèvre (1860^m E. M.), de la Pointe de la Plagnette (2725^m), etc.

La station du sommet du Grand Pic de la Meije a présenté des difficultés

exceptionnelles à cause du transport du matériel scientifique qu'il a fallu diviser le plus possible et répartir entre cinq guides ou porteurs. Néanmoins le programme du travail à y accomplir a pu être entièrement rempli; il comprenait notamment la détermination par quatre tours d'horizon de vingt directions sur des sommets primaires pourvus de signaux et la prise du panorama photographique complet.

Au point de vue de l'altitude, les stations de 1906 se répartissent en 17 stations entre 3000^m et 4000^m, 37 stations entre 2500^m et 3000^m, 22 stations entre 2000^m et 2500^m, 56 stations au-dessous de 2000^m.

Le nombre des signaux construits par nos soins s'est accru cette année de plus de cinquante nouvelles pyramides.

Il a été pris, en toutes les stations primaires et en presque toutes les stations secondaires et tertiaires élevées, un tour d'horizon photographique en dix plaques. Le nombre des clichés de cette campagne s'élève à quatre-vingts douzaines; ils permettront, par l'utilisation des perspectives photographiques, comme pour les campagnes précédentes, de meubler les intervalles du réseau des points trigonométriques déterminés par les calculs des observations au théodolite.

Nous avons continué à effectuer des stations aux repères du Service du Nivellement général de la France pour la détermination des altitudes. Cette détermination nécessitera probablement une méthode spéciale de calculs pour la meilleure utilisation de ces départs altimétriques issus de points souvent très éloignés les uns des autres.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur les vitesses de détonation des explosifs.* Note de M. **Dautriche**, présentée par M. Vieille.

I. M. Berthelot a communiqué à diverses reprises (¹) les résultats obtenus par la Commission des Substances explosives dans l'étude des vitesses de détonation, qui constituent l'une des caractéristiques les plus importantes des explosifs.

On mesurait, à l'aide du vélocimètre ou du chronographe, l'intervalle de temps séparant les ruptures de deux fils conducteurs enroulés aux extrémités d'un tube explosif de longueur connue; pour obtenir des résultats

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, 6ᵉ série, t. VI, et *Comptes rendus*, séance du 5 janvier 1891.

réguliers, on employait des longueurs de tube comprises entre 25^m et 200^m. A défaut de cette détermination directe de la vitesse de détonation qui conduit à des expériences pénibles, on peut, en pratique courante, procéder à des déterminations empiriques de la brisance, telles que la mesure des écrasements ou des évasements de blocs de plomb; ces expériences, en raison de leur faible précision, se prêtent mal à l'étude des causes qui peuvent faire varier les vitesses de détonation.

Nous avons imaginé un nouveau procédé basé sur l'emploi des cordeaux détonants. Un cordeau ayant une vitesse régulière, de 6000^m par exemple, est un chronomètre très sensible, puisque 1^{mm} correspond à $\frac{1}{600\,000}$ de seconde. Qu'on imagine donc un circuit ABC formé de deux bouts de cordeaux amorcés par un manchon A au fulminate. Si l'on sait obtenir au point de rencontre des détonations des deux cordeaux un signal S suffisamment nét, on déterminera deux longueurs ABS et ACS qui auront détoné dans le même temps. On peut intercaler, dans une des branches, des retards quelconques, un bout de tube rempli de l'explosif à étudier, par exemple. On déterminera ainsi la longueur du cordeau type qui détone dans le même temps que le bout de tube considéré.

Tout le procédé est donc fondé sur l'existence d'un cordeau de vitesse de détonation rigoureusement régulière et sur l'invention d'un artifice permettant de mettre en évidence la rencontre des détonations de deux rameaux.

Cordeau. — Les cordeaux métalliques que nous avons utilisés ont été imaginés et complètement étudiés par la Commission des Substances explosives, il y a une vingtaine d'années. La vitesse de pareils tubes, déterminée au chronographe Schultz sur des longueurs de 50^m, est un peu inférieure à 7000^m. *Les chiffres donnés plus loin sont rapportés à une vitesse de* 6500^m.

Signal de rencontre des détonations. — Lorsqu'on accole deux cordeaux le long d'une génératrice et qu'on les fait détoner au contact d'une plaque de plomb de 25^{mm} d'épaisseur en les amorçant à deux extrémités opposées, on constate au point de rencontre des détonations un signal caractéristique : une empreinte sensiblement rectiligne, dont la direction est indiquée par le schéma ci-dessus, raccorde à 45° les traces des cordeaux sur la plaque de plomb. Sur l'autre face de la plaque, qui n'est d'ailleurs pas perforée, on constate une forte soufflure également oblique, mais dont l'angle avec la direction des cordeaux est voisin de 60°.

Vérification de la régularité du cordeau type. — Nous avons d'abord comparé les vitesses de détonation de divers bouts de cordeau. Deux bouts de $2^m,20$ sont engagés dans les deux logements d'un manchon amorce contenant $1^g,5$ de fulminate; ce manchon est lui-même excité par un détonateur attaché en son milieu. Les cordeaux se

rencontrent d'autre part au-dessus d'une plaque de plomb, et on les ligature de telle sorte que ABM = ACM = 2^m. Dans trois essais, le signal a été obtenu sur le trait de repère MN; dans quatre autres il a été déplacé de 4^{mm}, 6^{mm}, 7^{mm} et 9^{mm}. En allongeant l'un des cordeaux de 100^{mm}, 200^{mm} et 300^{mm}, le signal a été déplacé de 50^{mm}, 100^{mm} et 145^{mm}.

Application a la mesure de la vitesse de détonation d'un explosif quelconque. — Pour déterminer la vitesse de détonation d'un explosif, on coupe l'un des cordeaux et l'on y intercale un tube en zinc n° 12 de 20^{mm} de diamètre intérieur et 50^{cm} de longueur utile chargé d'explosif à une densité connue.

Dans nos essais, le bout de cordeau amorçant l'explosif a été coiffé d'un détonateur de 1^g,5, mais cette disposition n'est pas nécessaire. Des retards de transmission peuvent se produire entre le cordeau et l'amorce, l'amorce et l'explosif, l'explosif et le cordeau; la durée de détonation de l'amorce de 1^g,5 doit être également comptée comme retard. Toutes ces erreurs peuvent être compensées en intercalant dans le deuxième cordeau un tube de zinc identique au premier, mais n'ayant que 5^{cm} de longueur utile. Des essais faits avec la cheddite 60 *bis*, avec ou sans tube compensateur, ont montré que l'ensemble des retards valait à peu près $\frac{1}{100000}$ de seconde.

Variables influant sur la vitesse de détonation. — Nous avons étudié l'influence de la densité sur la détonation d'une cheddite 60 *bis* (chlorate de potasse, 80 parties; huile de ricin, 5 parties; mononitronaphtaline, 13 parties; dinitrotoluène, 2 parties), fabriquée à Sevran en 1902. *La courbe des vitesses en fonction des densités présente un maximum pour* $\Delta = 1,10$ environ. Les résultats moyens obtenus sans tube compensateur sont les suivants :

Δ..	0,7	0,8	0,9	1,0	1,10	1,20	1,30	1,38
V..	2100^m	2248^m	2430^m	2504^m	2550^m	2510^m	2360^m	2166^m
Nombre d'essais..	5	5	4	4	4	4	4	1
Écart moyen.....	20	52	14	19	31	37	42	»

On a eu des ratés pour $\Delta = 1,35$, 1,38, 1,39 et 1,52.

Deux essais exécutés avec tube compensateur ont donné :

Δ..........................	0,85	1,20
V..........................	2446^m	2664^m

soit une augmentation moyenne de 130^m par rapport aux vitesses précédentes.

En recouvrant les tubes de zinc d'un bourrage au sable de 10^{cm} d'épaisseur on a obtenu (retards compensés) :

Δ	0,94	1,30
V	2586^m	2454^m

le bourrage n'a donc pas d'influence sur les vitesses.

Quelques essais ont été faits avec des tubes de 40^{mm} de diamètre (retards non compensés) :

Δ	0,70	0,80	0,90	1,01	1,17	1,29	1,35	1,40	1,50
V	2283^m	2385^m	2608^m	2769^m	2901^m	2846^m	2777^m	2451^m	raté

Nous poursuivons la détermination des courbes (Δ, V) pour divers explosifs. Il y aura lieu d'examiner si la région des vitesses décroissantes ne coïncide pas avec celle des *culots* en trous de mine. Les courbes obtenues permettront, d'autre part, de discuter la valeur des méthodes empiriques actuellement en usage pour la détermination de la brisance des explosifs.

Parmi les nombreuses applications du nouveau procédé décrit ci-dessus, nous étudierons d'abord la loi de décroissance des vitesses d'ébranlement au voisinage immédiat des charges explosives, ainsi que son adaptation à l'étude des vitesses du son à l'aide d'un servomoteur approprié.

OPTIQUE. — *Le relief stéréoscopique en projection par les réseaux lignés.* Note de M. E. **Estanave**, présentée par M. G. Lippmann.

Pour obtenir la sensation du relief au moyen d'images deux conditions sont nécessaires :

1° Observer binoculairement deux épreuves répondant à deux perspectives d'un objet ;

2° Observer ces épreuves de telle façon que celle qui est destinée à l'œil droit soit vue seulement par l'œil droit à l'exclusion de son congénère, de même pour l'image destinée à l'œil gauche.

Si ces conditions sont réalisées le relief apparaît.

D'après cela, j'ai imaginé un écran spécial de projection, sur lequel on projette deux images stéréoscopiques, de façon à mettre en coïncidence les points les plus éloignés, la ligne d'horizon par exemple. Les images des points plus rapprochés ne se superposent pas et présentent un écart hori-

zontal, connu sous le nom, donné par Helmholtz, de *parallaxe stéréoscopique*. Cet écartement est d'autant plus prononcé que les objets qu'ils représentent sont plus voisins de l'observateur.

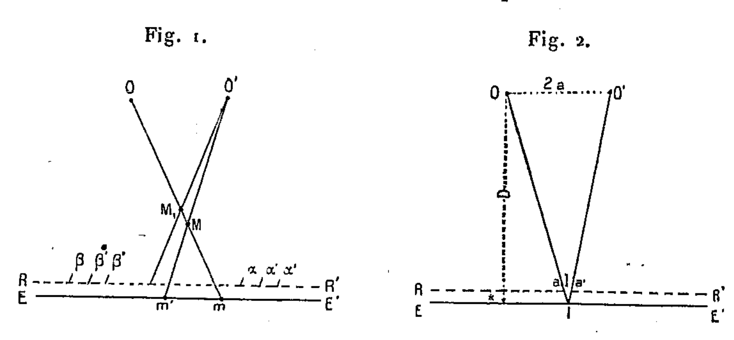
En regardant par transparence sur cet écran, à une distance convenable, chaque œil perçoit l'une des images à l'exclusion de l'autre et le relief apparaît.

Grâce à cet écran, il n'est besoin d'aucun instrument à interposer devant les yeux, et c'est d'une grande facilité dans l'observation.

Pour l'intelligence de la théorie, il est nécessaire de se reporter au principe de la stéréophotographie par le procédé des réseaux.

Considérons un point M (*fig.* 1) d'un objet et deux sources lumineuses O et O', un écran EE' au-devant duquel on a disposé un réseau ligné RR'. La source O donne sur l'écran EE' une ombre *m* de ce point et la source O' une ombre *m'*; s'il était possible de marquer sur l'écran les ombres *m* et *m'* et de placer ensuite ses yeux à la position qu'occupent les sources O et O', en supprimant l'objet M, chacune des ombres serait vue de chacun des yeux à l'exclusion de l'autre. Pour une position convenable du réseau, l'œil placé en O verra, en effet, l'ombre *m*, mais ne pourra voir *m'*, car le rayon visuel allant de *m'* à O rencontre un trait du réseau et est arrêté par l'opacité de ce trait. De même O' verra *m'*, mais ne pourra voir l'ombre *m*. Donc, si l'observateur reçoit sans confusion chacune de ces impressions monoculaires, il aura

Fig. 1. Fig. 2.



la sensation stéréoscopique comme s'il regardait directement l'objet ayant servi à obtenir ces ombres.

Le réseau sert donc à masquer à chacun des yeux l'ombre qui ne le concerne pas.

Mais tous les points de l'objet ne sauraient fournir deux impressions telles que *m* et *m'*; le point M_1, par exemple, n'aura qu'une impression *m'* donnée par la source O' : celle que pourrait donner la source O se trouvant arrêtée par l'opacité d'un trait du réseau. *Les images données par chaque source sur l'écran seront donc incomplètes* et seront comme formées de hachures. Mais, comme nous le verrons, cela n'aura pas d'influence dans l'observation des images, grâce *à la tendance* que nous avons à combler, dans l'interprétation cérébrale, toute discontinuité des images, pourvu toutefois que celle-ci ne dépasse pas certaines limites. C'est pour ce motif que les images fine-

ment quadrillées de la *photogravure* nous donnent la sensation d'images continues et que nous n'apercevons pas les quadrillages qui ont servi à la produire.

La distance des sources O, O′ doit tout d'abord être égale à l'écartement pupillaire, puisque dans l'observation les yeux doivent prendre la place de ces sources. Cette distance est variable suivant les observateurs, elle peut être comprise entre $5^{cm},5$ et $6^{cm},4$. Le réseau ligné doit être placé à une distance de l'écran telle que les rayons lumineux émanant de O rencontrent l'écran dans les régions où la source O′ projette les ombres des traits opaques du réseau et réciproquement. Ces conditions sont réalisées si les rayons lumineux émanant de O et O′ et tangents à deux bords consécutifs de deux traits du réseau se rencontrent sur l'écran (*fig.* 2); alors la similitude des triangles OIO′, aIa' donne

$$\frac{z}{D} = \frac{l}{2a}.$$

z désignant la distance du réseau à l'écran, D celle des sources à l'écran, l l'écartement des deux traits opaques du réseau et enfin $2a$ l'écartement des sources lumineuses.

Cela étant, je projette, dans une même région d'un écran, les deux images stéréoscopiques d'un objet de façon qu'elles soient superposées. Dans les essais que j'ai fait au laboratoire de M. le professeur Lippmann, à la Sorbonne, je suis arrivé à ce résultat en disposant deux objectifs prismatiques devant deux images stéréoscopiques. Grâce au déplacement latéral des deux objectifs on arrive facilement à amener en coïncidence relative les images des deux vues stéréoscopiques. Sur une simple glace dépolie cette superposition ne présente que fouillis et confusion; mais, en recevant cette double image sur un écran spécial transparent armé de réseaux lignés, dont le caractère a été calculé de manière à satisfaire aux conditions ci-dessus, l'observateur regardant attentivement, dans des azimuts déterminés, voit en relief sur l'écran le sujet dont on a placé devant les objectifs les images stéréoscopiques. L'écran spécial est formé de deux réseaux lignés à lignes parallèles, séparés par un écran transparent, une glace dépolie par exemple. La distance qui les sépare de la glace dépolie est en rapport avec le caractère des réseaux que l'on utilise. L'un de ces réseaux joue le rôle du réseau RR′ (*fig.* 1) pour tramer les deux images stéréoscopiques projetées, sur la glace dépolie, l'autre sert à effectuer la séparation des images ainsi imbriquées.

Une tolérance assez grande est ici permise en raison des images agrandies que l'on projette et plusieurs observateurs convenablement placés pourront voir simultanément le sujet en relief sur l'écran, d'autant mieux que celui-ci aura de plus grandes dimensions.

Jusqu'ici j'ai constitué des écrans de divers formats dont le plus grand a seulement 20^{cm} sur 25^{cm}.

Si, à la place de l'écran spécial, toutes conditions restant les mêmes, on dispose une plaque photographique, au-devant de laquelle on place un réseau ligné, à une distance convenable en rapport avec le caractère de celui-ci, on obtient un stéréogramme négatif dont on tirera une diapositive qui, observée à travers un réseau ligné de même caractère, présentera un relief accusé. C'est là un procédé pour obtenir des stéréogrammes en partant des vues stéréoscopiques qui conseille certains avantages. Il ne s'agirait plus d'aller se promener sur nature avec des appareils encombrants pour obtenir un stéréogramme de grand format, mais d'en faire dans l'atelier ou le laboratoire, à l'aide de vues stéréoscopiques ordinaires, un stéréogramme agrandi.

Enfin une conséquence immédiate de l'emploi de cet écran spécial est la projection de petits objets avec leur relief. Pour cela, à la place des images stéréoscopiques dont j'ai parlé, plaçons un objet éclairé et projetons sur l'écran les deux images données par deux objectifs obtenus, par exemple, en perçant deux trous dans une grande lentille, ces trous étant écartés de la distance pupillaire. Nous obtenons deux images stéréoscopiques de l'objet qui, observées à travers l'écran, le reproduisent avec ses dimensions.

Dans les dispositifs que j'ai indiqués on observe des images réelles, tandis que dans les stéréoscopes usuels on observait des images virtuelles.

En résumé, le dispositif précédent permet : 1° d'obtenir des stéréogrammes de grand format, en partant de vues stéréoscopiques ordinaires; 2° de projeter les images stéréoscopiques, agrandies et avec le relief et aussi des images des objets opaques; les images projetées pouvant être observées simultanément par plusieurs personnes.

CHIMIE PHYSIQUE. — *La dissociation de la matière sous l'influence de la lumière et de la chaleur*. Note de M. **Gustave Le Bon**, présentée par M. H. Poincaré.

Sir William Ramsay et J. Spencer viennent de faire paraître un important Mémoire (1) destiné, comme ils le disent en commençant, à répéter

(1) *Philosophical Magazine*, octobre 1906, p. 402.

quelques-unes de mes expériences développées dans mon livre *l'Évolution de la matière* et publiées antérieurement.

Ces auteurs sont arrivés aux mêmes conclusions que les miennes sur la dissociation des corps par la lumière. Ils ont reconnu que la matière subit, sous l'influence des rayons lumineux, une véritable désintégration dont les produits sont des particules électriques capables, comme les rayons cathodiques, de traverser de minces lames métalliques et d'être déviées par un champ magnétique. Ramsay affirme même que le métal qui a été l'objet de cette dissociation a subi par ce seul fait une véritable transmutation : « Désintégration implique, dit-il, transmutation. »

Répétées sur un grand nombre de corps simples ou composés, les expériences de ces deux savants leur ont permis de déterminer l'aptitude à la dissociation de diverses substances.

En raison de la très grande importance de ces expériences, je crois qu'il ne sera pas inutile de signaler ce fait, dû à mes recherches, que dans l'action de la lumière peuvent se superposer quelquefois deux effets fort différents. La lumière dissocie la matière; mais, si son intensité est suffisante pour échauffer les substances soumises à son action, elle agit, en outre, en expulsant une petite quantité d'éléments radioactifs que toutes les substances contiennent par suite de leur dissociation spontanée.

Pour mettre cette dernière action en évidence, il suffit d'entourer la boule d'un électroscope chargé, d'un cylindre métallique mince, disposé comme le chapeau habituel de cet instrument. Si alors on expose pendant l'été le cylindre au soleil, on constate que les feuilles d'or se rapprochent de quelques degrés; mais la décharge s'arrête bientôt entièrement et ne recommence que si l'on change le métal que les rayons solaires ont frappé.

On obtient des résultats identiques si dans l'obscurité on approche, à quelques centimètres du cylindre entourant la boule de l'électroscope, un corps chaud à 400° ou 500°, ou encore les gaz d'une flamme amenés par un tube dans le voisinage du cylindre. Il se produit d'abord une décharge correspondant à une centaine de volts en 3 ou 4 minutes. Elle peut se répéter plusieurs fois, mais au bout de très peu de temps le métal n'agit plus quels que soient les lavages ou nettoyages auxquels on le soumet. Au bout de plusieurs semaines de repos il reprend la propriété de décharger l'électroscope.

En recherchant les causes de cette perte rapide des propriétés d'un métal sous l'influence d'une chaleur qui n'élève pas sa température de plus d'une vingtaine de degrés, j'ai constaté qu'elle était due à l'expulsion, sous l'action de la chaleur, d'une petite provision de particules radioactives qui se forme spontanément dans tous les corps et qu'ils récupèrent ensuite par le repos après l'avoir perdue.

Cette expérience est une de celles qui mettent le mieux en évidence la

radioactivité universelle de la matière que j'essaie de démontrer depuis longtemps. Tous les corps possèdent à un degré très faible les propriétés que le radium et l'uranium manifestent à un degré très élevé.

Ce n'est pas seulement sous l'influence de la chaleur que les métaux tendent à perdre leur faculté d'émission radioactive. Ils la perdent aussi, bien qu'à un degré moindre, quand ils ont subi l'action de la lumière pendant quelque temps et alors même que la source lumineuse n'a pas élevé sensiblement leur température. Un métal qui donnait d'abord une décharge presque instantanée à l'électromètre sous l'influence des rayons lumineux envoyés sur sa surface, agit ensuite de plus en plus lentement. Ramsay et Spencer ont longuement étudié cette *fatigue des métaux*, suivant leur expression, sous l'influence de la lumière. Les courbes nombreuses données dans leur Mémoire indiquent très bien la marche de ce phénomène. Ils attribuent la *fatigue des métaux* à une modification d'équilibre des éléments atomiques de leur surface par suite de la perte d'un certain nombre d'électrons produits par la désintégration de la matière.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la migration phénylique; mode de fixation de l'acide hypoïodeux et d'élimination d'acide iodhydrique.* Note de M. **Tiffeneau**, présentée par M. A. Haller.

La migration phénylique que j'ai signalée ici même [1] n'a été observée jusqu'ici que sur les carbures $Ar - CH = CH^2$, $Ar - CH = CH - CH^3$ et $CH^3(Ar)C = CH^2$; je me suis proposé de montrer le caractère de généralité de ces migrations en les réalisant sur quelques carbures des deux types généraux bisubstitués $R(Ar) - C = CH - R'$ et $CH(Ar) = C\begin{smallmatrix}\diagup R \\ \diagdown R'\end{smallmatrix}$; le type tétrasubstitué a été volontairement délaissé parce qu'il correspond au type pinacolique et que dans ce cas la migration est nécessaire.

I. Type général $R(Ar) - C = CH - R'$. — A ce type général correspondent, par remplacement des radicaux R, R' par des hydrogènes, trois types particuliers qui sont étudiés ci-dessous.

1° *Type* $CH(Ar) = CH - R$. — Le carbure $C^6H^5 - CH = CH - CH(CH^3)^2$, éb. : 204°-206°, obtenu par déshydratation de l'alcool $C^6H^5 - CHOH - C^4H^9$, fournit

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 989.

une iodhydrine que l'azotate d'argent transforme en phénylisopropylacétaldéhyde

$$C^6H^5CH(C^3H^7)CHO,$$

éb. : 222°-223°.

2° *Type* $R(Ar)C=CH^2$. — Le carbure $CH^2=C(C^6H^5)-CH^2-CH^2-CH^3$, éb. : 198°-200°, $d_0=0,9138$, a été obtenu par distillation à la pression ordinaire de l'acide $CO^2H-CH=C(C^6H^5)CH^2-CH^2-CH^3$ préparé lui-même par condensation de l'éther iodacétique et de la phénylbutanone.

L'iodhydrine correspondante se transforme par NO^3Ag en benzylpropylcétone $C^6H^5-CH^2-CO-CH^2-CH^2-CH^3$ déjà décrite ([1]), éb. : 237°-239°, $d_0=0,9889$; semicarbazone fusible à 189°.

3° *Type* $R(Ar)C=CHR'$. — L'iodhydrine du carbure $CH^3(C^6H^5)=CH-CH^3$ élimine HI en donnant la méthylphénylacétone décrite par Darzens ([2]), $d_0=0,997$; cette cétone ne se combine pas au bisulfite.

Le carbure homologue $CH^3(C^6H^5)=CH-CH^2-CH^3$, éb. : 199°-201°, obtenu par action de deux molécules $IMgCH^3$ sur la phénylbutanone, fournit une iodhydrine que NO^3Ag transforme en éthylphénylacétone $C^6H^5-CH(C^2H^5)-CO-CH^3$ non combinable au bisulfite ([3]), mais fournissant quantitativement CHI^3 par action de l'iode et de la potasse aqueuse. Cette cétone bout à 225°-227°, $d_0=0,979$; semicarbazone fusible à 188°.

Tous ces faits concordent parfaitement et montrent que, chez les composés de formule générale $R(Ar)C=CH-R'$, où R et R' peuvent être identiques ou différents, ou remplacés par des H, *la fixation de* IOH et *l'élimination subséquente de* HI ont lieu d'après les schémas suivants :

$$R(Ar)C=CH-R'+IOH=R(Ar)C(OH)-CHI-R',$$

$$R(Ar)\cdot C(OH)-CHI-R'\xrightarrow{-HI}R(Ar)C(OH)-C-R'\rightarrow R-CO-CH(Ar)-R'.$$

II. Type général $CH(Ar)=CRR'$. — J'ai examiné un seul cas, celui du carbure connu $C^6H^5-CH=C\begin{smallmatrix}CH^3\\CH^3\end{smallmatrix}$. L'action de NO^3Ag sur l'iodhydrine de ce carbure a fourni des produits complexes bouillant dans le vide presque sans point fixe de 95° à 130° ; j'ai cependant pu caractériser l'aldéhyde diméthylphénylacétique déjà décrite ([4]), qui fournit par oxydation l'acide diméthylphénylacétique fusible à 78° et l'oxyde de phénylbutylène $C^6H^5-CH-C\begin{smallmatrix}CH^3\\CH^3\end{smallmatrix}$ (pont O entre CH et C); éb. : 213°-215°.

([1]) Blaise, *Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 1218.

([2]) Darzens, *Comptes rendus*, t. CXLI, p. 1410.

([3]) On voit que les cétones $Ar-CH(R)-CO-CH^3$ ne sont pas combinables au bisulfite.

([4]) Tiffeneau, *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 1507.

Il est très vraisemblable que dans ce cas la fixation de IOH s'est effectuée en donnant à la fois les deux iodhydrines

$$C^6H^5-CHI-C(OH)-(CH^3)^2 \quad \text{et} \quad C^6H^5-CHOH-CI\langle\begin{matrix}CH^3\\CH^3,\end{matrix}$$

la première éliminant HI en donnant l'oxyde d'éthylène correspondant, la seconde en fournissant l'alcool vinylique instable qui s'isomérise (¹) en diméthylphénylacétaldéhyde

$$C^6H^5-CHOH-CI(CH^3)^2 \xrightarrow{-HI} C^6H^5-COH=C(CH^3)^2 \rightarrow CHO-C(CH^3)^2C^6H^5.$$

En résumé : 1° dans la fixation de IOH l'oxhydrile se porte de préférence sur le carbone le plus substitué et le plus voisin du phényle; 2° dans l'élimination de HI, l'oxhydrile voisin du phényle reste inattaqué et il y a migration du phényle; au contraire, quand l'oxhydrile est loin du phényle, l'élimination de HI tend à former des oxydes d'éthylène.

PHYSIOLOGIE. — *Nouvelles observations faites au mont Blanc sur l'hyperglobulie des altitudes*. Note de MM. **H. Guillemard** et **R. Moog**, présentée par M. Armand Gautier.

Nous avons, au mois de juillet dernier, passé six jours à l'Observatoire du mont Blanc pour y continuer les études biologiques commencées il y a un an (²). Nous remercions beaucoup M. Janssen d'avoir bien voulu nous procurer les moyens de poursuivre ce travail.

Nos observations ont porté sur les modifications du sang et sur l'exhalation de la vapeur d'eau. Nous exposerons dans cette Note les résultats concernant les variations des hématies. Nos expériences ont été faites sur des lapins qui présentent cet avantage que, grâce à la veine marginale de l'oreille dont la ponction est aisée, nous pouvions nous procurer la quantité de sang nécessaire (1 à 2 dixièmes de centimètre cube) pour faire la numération des hématies et le dosage d'hémoglobine dans le sang

(¹) Dans la déshydratation des glycols $C^6H^5-CHOH-C(OH)R-C^6H^5$ par l'acide sulfurique au cinquième, les composés obtenus par M. Dorlencourt et moi sont de même les adhéhydes $(C^6H^5)^2(R)C-CHO$; ce sont les inaptitudes réactionnelles de ces composés vis-à-vis du bisulfite de soude et du réactif de Schiff qui nous les avaient fait prendre pour des cétones (*Comptes rendus,* t. CXLIII, p. 126).

(²) *Comptes rendus,* t. CXLI, p. 843 et t. CXLII, p. 64.

central. Les numérations ont été faites à l'aide de l'hématimètre de Hayem et les dosages d'hémoglobine par la méthode colorimétrique de M. Lapicque. Nos résultats sont résumés dans le Tableau suivant :

Animal employé.	Lieux et dates.	Nombre des globules périphériques.	Nombre des globules centraux.	Hémoglobine pour 100 périphér.	Hémoglobine pour 100 centr.	Valeur globulaire (¹) périphér.	Valeur globulaire (¹) centr.
Lapin 1...	Paris, 10 juillet.......	5.803.200	6.646.400	6^g,76	8^g,09	11,6	12,1
	» 12 »	5.732.000	6.720.000	6,70	8,11	11,6	12,0
	» 13 »	5.820.000	»	6,74	»	11,5	»
	Moyennes......	5.785.000	6.683.200	6,73	8,10	11,6	12,05
	Ascension du 14 au 16 juillet.						
	Sommet, 18 juillet.....	7.690.000	6.752.000	6,62	5,85	8,6	8,6
	» 19 »	7.787.200	6.830.000	6,50	5,74	8,3	8,4
	» 20 »	7.815.000	»	6,37	»	8.1	»
	Moyennes......	7.764.000	6.791.000	6,49	5,79	8,3	8,5
Lapin 2...	Paris, 9 juillet.......	4.269.000	»	7,10	»	16,6	»
	» 11 »	4.300.000	5.604.800	7,06	9,5	16,3	16,9
	» 12 »	4.318.000	»	7,11	»	16,4	»
	Moyennes......	4.306.000	5.604.800	7,09	9,5	16,4	16,9
	Ascension du 14 au 16 juillet.						
	Sommet, 19 juillet....	6.620.000	7.653.000	6,20	6,89	9,3	9
	» 21 »	6.896.800	7.910.200	5,43	6,17	7,7	7,8
	Moyennes......	6.758.400	7.781.600	5,81	6,53	8,5	8,4

L'examen des chiffres contenus dans ce Tableau conduit aux conclusions suivantes :

1. L'hyperglobulie s'est manifestée chez nos animaux d'une façon constante à partir du deuxième jour, aussi bien dans le sang central que dans le sang périphérique. Dans la majorité des cas nous n'avons pas observé de déplacement des hématies vers la périphérie, ainsi que nous l'avions constaté il y a un an sur les cobayes; nous attribuons ce fait à ce que les prises de sang ont été faites non par piqûre de la peau au dépens du réseau capillaire, mais par ponction d'une veine de calibre assez fort. L'étroitesse du calibre des capillaires superficiels exagérée par le froid qui règne aux grandes altitudes semble donc être la condition de la plus grande richesse en hématies du sang qui circule dans ces petits vaisseaux.

2. La quantité d'hémoglobine contenue dans 100^{cm^3} de sang a, dans tous

(¹) *Comptes rendus*, t. CXLII, p. 66.

les cas, diminué pendant le séjour au mont Blanc, cette diminution pouvant atteindre le tiers de la valeur trouvée en plaine. Ce fait coïncidant avec l'hyperglobulie ne peut s'expliquer que par une augmentation du volume du sang. Il vient à l'appui de l'hypothèse que nous avons émise de la rétention d'eau par l'organisme et concorde avec les observations de Foa, Aggazzotti et de nous-mêmes qui avons constaté une augmentation de poids chez les animaux séjournant dans l'air raréfié.

3. Dans tous les cas la quantité moyenne d'hémoglobine fixée sur chaque hématie diminue, attestant, ainsi que nous l'avions observé en 1905, une néoformation des hématies.

En tenant compte de nos observations de 1905, nous pouvons conclure que l'action des grandes altitudes sur le sang se traduit toujours par l'hyperglobulie qu'atteste la diminution de la valeur globulaire et qu'accompagne le plus souvent un déplacement des hématies vers le réseau capillaire périphérique. On constate enfin une augmentation du volume du sang.

PHYSIOLOGIE. — *Coagulabilité du sang sus-hépatique.* Note de MM. **Doyon**, **Cl. Gautier**, **N. Kareff**, présentée par M. Dastre.

I. Les Traités de Physiologie enseignent que le sang sus-hépatique ne coagule pas et ne contient pas de fibrine.

Cette assertion est basée sur des constatations faites par Lehmann de 1851 à 1855 sur des chevaux et des chiens. Brown-Sequard, Mac Donnell, confirment les résultats de Lehmann. Claude Bernard constate que le sang sus-hépatique coagule, mais il admet avec Lehmann que ce sang ne contient pas de fibrine. Béclard, David, Gilbert et Carnot ont toujours vu le sang sus-hépatique coaguler et donner de la fibrine. Béclard estime que la fibrine du sang sus-hépatique se détruit rapidement à la température ordinaire; Gilbert et Carnot supposent que cette fibrine peut se présenter à un état granuleux. David constate que le sang venu du foie est capable de donner plus de fibrine que tout autre sang.

II. L'opinion demeurée classique est celle de Lehmann : le sang sus-hépatique ne coagule pas et ne contient pas de fibrine, la fibrine disparaît dans le foie [1]. Cette croyance fondamentale a toujours détourné les expérimentateurs de rechercher dans la glande hépatique le lieu d'origine du

[1] Lehmann supposait que dans le foie la fibrine est l'origine du sucre du sang, ses expériences sont antérieures à la découverte du glycogène.

fibrinogène. Or nous estimons que cette croyance ne s'accorde pas avec l'expérience chez le chien. La présente Note a pour but de le montrer.

III. Les conditions nécessaires à l'étude du sang sus-hépatique sont essentiellement au nombre de trois; il faut : *a*. opérer sur l'animal vivant; *b*. éviter de léser le foie; *c*. recueillir le sang sus-hépatique pur.

Lehmann, Mac Donnel n'opèrent pas sur l'animal vivant. En outre, Lehmann occasionne, en disséquant les veines hépatiques, des délabrements considérables du foie. D'autres ont obtenu du sang hépatique très vraisemblablement mélangé au sang des veines diaphragmatiques et de la partie supérieure de la veine cave inférieure.

Nous avons employé le procédé de la sonde hépatique légèrement modifié. L'animal est anesthésié; on ouvre rapidement les cavités thoracique et abdominale, puis on pratique la respiration artificielle. On dirige par la jugulaire la sonde dans un gros vaisseau sus-hépatique, sous lequel on a passé une ligature en fil ciré. On lie sur une gorge supportée par un petit renflement annulaire situé près de la partie terminale de la sonde. Toute communication est dès lors interrompue avec les autres vaisseaux. On retire le mandrin de la sonde et l'on recueille le sang.

Nous avons opéré sur des animaux à jeun depuis plusieurs jours et sur des sujets en digestion; ces derniers avaient été soumis depuis plusieurs jours, soit à un régime mixte, soit à un régime constitué par une seule catégorie d'aliments : viande maigre, graisses ou féculents.

IV. Nous avons expérimenté sur plus de cinquante chiens. Dans tous les cas nous avons constaté que le sang sus-hépatique coagule et donne de la fibrine. Le sang sus-hépatique coagule parfois avant le sang carotidien (recueilli simultanément sur le même animal), parfois en même temps, le plus souvent après. Au microscope on constate la formation d'un réseau qui présente tous les caractères de la fibrine normale. Contrairement à l'opinion de Béclard la fibrine sus-hépatique ne se détruit pas rapidement dans le caillot à la température ordinaire. Nous ne nions pas la possibilité d'obtenir dans les conditions normales du sang sus-hépatique incoagulable, mais chez le chien le fait est certainement exceptionnel ([1]) et les conditions de son apparition ne sont pas déterminées.

([1]) Doyon et Kareff, au cours d'expériences antérieures concernant l'action de l'atropine, ont retiré, dans un cas, chez un chien normal, par une sonde introduite par la jugulaire dans une veine sus-hépatique dans des conditions imparfaites, du sang qui a coagulé seulement après plusieurs heures.

HYDROGRAPHIE. — *Sur les lacs du cirque de Rabuons (Alpes-Maritimes).* Note de M. **André Delebecque**, présentée par M. Michel Lévy.

Le cirque de Rabuons, qui s'ouvre vers l'extrémité supérieure de la vallée de la Tinée, à une hauteur d'environ 1400^m au-dessus de cette dernière, sur le versant gauche, comprend quatre lacs assez imparfaitement représentés sur les cartes : le grand lac de Rabuons (altitude 2520^m environ), les deux lacs supérieurs de Rabuons (2615^m et 2630^m environ) et le lac de la Montagnette de Rabuons (2765^m environ). La section des Alpes-Maritimes du Club alpin français ayant en 1905 construit un refuge au bord du grand lac et installé un bateau sur ce dernier, j'ai pu, le 23 juillet 1906, explorer cette intéressante région lacustre, laissant seulement de côté le lac de la Montagnette, où le transport du bateau eût été trop difficile.

Tous mes sondages ont été exécutés avec l'appareil Belloc à fil d'acier.

L'hydrographie du grand lac correspond sensiblement à sa forme topographique. Il se compose en effet de deux bassins d'inégale grandeur, séparés par un étranglement. Le plus important des deux, celui d'aval, est aussi le plus profond : j'y ai trouvé 54^m; celui d'amont, sensiblement plus petit, n'a que des fonds de 18^m. L'étranglement correspond à une barre sur laquelle la profondeur la plus grande atteint seulement $6^m,50$. La superficie du lac est d'environ 32^{ha}. La température superficielle du lac était de 13° le 23 juillet 1906, à 10^h du matin, et paraît singulièrement élevée eu égard à l'altitude et à la profondeur, surtout si l'on réfléchit que le lac n'est guère complètement libre de glace avant les premiers jours de juillet. La couleur avait le n° 5 de la gamme de Forel et la transparence, mesurée avec le disque de Secchi, était de $8^m,50$.

J'ai trouvé également le 23 juillet 1906, pour le plus bas des deux lacs supérieurs de Rabuons, une profondeur de $19^m,70$, une température superficielle de 14°, une couleur ayant le n° 4 et une transparence de 10^m; pour le plus élevé, une profondeur de $10^m,50$ et une température superficielle de 12°,5. Un orage a empêché de prendre la couleur et la transparence.

Il est à remarquer que les trois lacs de Rabuons sont, jusqu'à présent, les lacs les plus élevés qui aient été sondés sur tout le territoire français. De plus, la profondeur de 54^m trouvée pour le grand lac lui assigne le quatrième rang parmi les lacs de montagne jusqu'à présent explorés dans les Alpes françaises, après les lacs de la Girotte, de Cotepen et de Lovitel.

Les trois lacs sont visiblement dans des bassins rocheux, formés de gneiss et de micaschistes granulitiques (voir la feuille Saint-Martin-Vésubie

de la Carte géologique au $\frac{1}{80000}$, par M. Léon Bertrand), et, dans l'état actuel de la Science, il ne paraît guère possible d'attribuer leur origine à une autre cause qu'à l'action excavatrice des glaciers (1).

Mes explorations ont été singulièrement facilitées grâce à l'obligeance de la section des Alpes-Maritimes du Club Alpin français et en particulier de son président, M. le chevalier Victor de Cessole, à qui j'adresse ici mes plus vifs remercîments.

M. **Antonio Cabreira** adresse un Mémoire intitulé : *Quelques propriétés géométriques de la réfraction.*

M. **N. Slomnesco** adresse une Note *Sur le pouvoir dissolvant de l'albumine.*

M. **E.-S. Bellenoux** adresse une Note sur la *Culture intensive du blé.*

A 4 heures l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures un quart.

M. B.

---

(1) J'entends par là, ainsi que je l'ai déjà expliqué, l'enlèvement, par l'action des glaciers, de portions de roche altérées.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 NOVEMBRE 1906,

PRÉSIDENCE DE M. H. POINCARÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'alcoolyse des corps gras.* Note de M. A. **Haller**.

I. On sait combien l'eau faiblement acidulée par les acides chlorhydrique, bromhydrique, phénylsulfonique, sulfurique, etc. favorise l'*hydrolyse* des corps gras en glycérine et acides gras.

La saponification sulfurique est d'ailleurs largement employée dans l'industrie de la stéarine pour la préparation de la matière première destinée à la fabrication des bougies stéariques.

Les recherches qui font l'objet de cette Note ont pour but de montrer que, si l'on substitue au milieu eau acidulée, un milieu alcoolique renfermant également de petites quantités d'acides, il se produit un dédoublement analogue à celui que provoque l'eau acidulée à haute température, avec cette différence, toutefois, que l'un des produits de la saponification se fixe au restant alcool pour donner naissance à un éther-sel [1]. Il y a, en un mot, *alcoolyse*.

---

[1] L'action simultanée de l'alcool et de l'acide chlorhydrique sur l'huile de ricin a été étudiée par Rochleder, dans le but de préparer la glycérine (*Ann. der Pharm.*, t. LIX, p. 260).

Plus tard, M. Berthelot a appliqué la réaction à plusieurs glycérides et montré que, dans ces conditions, il se forme des éthers-sels et de la glycérine (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. XLI, p. 311).

Si l'hydrolyse des corps gras peut se représenter par l'équation

$$C^3H^5\begin{cases}OCOR\\OCOR\\OCOR\end{cases} + 3HOH = C^3H^5\begin{cases}OH\\OH\\OH\end{cases} + 3R.COOH,$$

l'alcoolyse se traduira par

$$C^3H^5(OCOR)^3 + R^1OH = C^3H^5(OH)^3 + 3(RCOOR^1).$$

Tous les corps gras, quelles que soient leur constitution et leur consistance, subissent, avec plus ou moins de facilité, cette transformation en glycérine et éthers-sels.

II. Nous avons opéré sur les matières suivantes :

1° Huiles ou matières grasses ne renfermant, à côté d'oléine, que des glycérides à acides gras saturés (beurre, beurre de coco, de cacao, margarine, suif, etc.);

2° Huiles siccatives (lin, pavots, bancoulier, etc.);

3° Huiles contenant des glycérides à oxyacides (ricin).

Avec la plupart de ces corps gras nous n'avons opéré le dédoublement qu'avec de l'alcool méthylique absolu, les éthers-sels de cet alcool ayant un point d'ébullition moins élevé que celui des éthers des alcools homologues supérieurs. De plus, les myristate, palmitate, stéarate et arachate de méthyle sont solides, alors que les éthers composés des alcools éthylique et homologues sont liquides.

Nous avons employé comme acide catalyseur l'acide chlorhydrique, mais avons constaté que l'acide phénylsulfonique favorisait également l'alcoolyse.

III. Le mode opératoire adopté pour les matières grasses riches en acides à poids moléculaires peu élevés ou pour les huiles contenant des glycérides à oxyacides, a été le suivant :

Dans un ballon muni d'un réfrigérant ascendant on introduit 100g du corps gras préalablement privé d'eau, soit par filtration à chaud, soit par dissolution dans le benzène ou l'éther de pétrole avec distillation subséquente du solvant, et on y ajoute environ le double de son poids d'alcool méthylique absolu contenant de 1 à 2 pour 100 d'acide chlorhydrique sec. On chauffe ensuite le mélange au bain-marie jusqu'à ce qu'il soit homogène. Il peut se faire que, malgré la durée de l'ébullition, cette homogénéité ne puisse être atteinte; il convient alors de décanter la partie supérieure du liquide, d'ajouter au corps gras restant une nouvelle quantité d'alcool chlorhydrique et de chauffer au bain-marie jusqu'à dissolution complète.

Les liqueurs éthéro-alcooliques ainsi obtenues sont versées dans l'eau, ou mieux

dans l'eau salée, qui dissout la glycérine et l'excès d'alcool, tandis que les éthers-sels surnagent et peuvent être décantés.

Il arrive cependant souvent que la masse, versée dans l'eau, s'émulsionne, par suite de la cristallisation des palmitate et stéarate de méthyle. Dans ce cas, on traite le tout par de l'éther et l'on soutire la solution aqueuse.

La liqueur éthérée, après avoir été lavée avec une solution de carbonate de soude, est séchée et distillée, au bain-marie d'abord pour chasser l'éther, puis à feu nu ou au bain d'huile.

Quand le corps gras contient les glycérides des acides butyrique, caproïque et caprylique, on peut opérer la rectification à la pression ordinaire jusqu'à élimination complète des éthers de ces acides; mais, à partir de la température de 194°, qui est celle du point d'ébullition du caprylate de méthyle, il est nécessaire de continuer la distillation sous pression réduite.

Qu'on opère à la pression ordinaire ou dans le vide partiel, on recueille les portions qui passent de 5° en 5°, et on les soumet ensuite à de nouvelles rectifications, jusqu'à ce qu'on obtienne des produits à point d'ébullition constant.

Cette manière de faire donne de bons résultats avec tous les termes pairs de la série des acides $C^nH^{2n}O^2$ jusqu'au douzième, c'est-à-dire jusqu'à l'acide laurique inclusivement, mais ne permet pas de séparer complètement les éthers méthyliques des acides myristique, palmitique et stéarique, ces composés étant toujours imprégnés d'oléate de méthyle, liquide à la température ordinaire.

Pour opérer la séparation de ces éthers d'avec l'oléate, on soumet les différentes fractions qui les contiennent à un fort refroidissement dans la glace, et l'on essore les cristaux à la trompe. Quand la quantité d'éther oléique n'est pas trop considérable, on peut aussi étaler le produit solide sur des plaques poreuses, préalablement refroidies à 0°, et qu'on maintient à cette température dans une glacière. Les divers résidus cristallins restant sur les assiettes sont généralement constitués par du myristate, du palmitate et du stéarate de méthyle presque purs; il suffit de les faire cristalliser dans l'alcool méthylique absolu pour qu'ils montrent le point de fusion des éthers purs.

Pour extraire le liquide absorbé par les assiettes poreuses, on concasse ces dernières en petits fragments et on les épuise à plusieurs reprises avec de l'éther. Les résidus des différentes solutions éthérées sont distillés séparément et soumis une seconde fois à un refroidissement à 0° ou au-dessous. Les cristaux, s'il y en a, sont de nouveau étalés sur des assiettes poreuses, et le liquide qu'ils abandonnent ainsi est encore récupéré au moyen de l'éther.

S'il s'agit d'huiles non siccatives, ce liquide est généralement constitué par de l'oléate de méthyle plus ou moins souillé de petites quantités de palmitate et de stéarate. Nous n'avons jamais réussi à obtenir un éther renfermant plus de 95 à 96 pour 100 d'oléate de méthyle.

IV. Comme nous l'avons déjà fait observer, la vitesse de saponification

et d'éthérification subséquente varie dans une large mesure avec la nature du corps gras. Très rapide, et pour ainsi dire totale, avec le double de leur poids d'alcool méthylique, quand il s'agit de glycérides comme ceux contenus dans le beurre ordinaire, le beurre de coco et l'huile de ricin, elle nécessite parfois plusieurs traitements jusqu'à l'alcoolyse complète.

Cette observation s'applique aux matières grasses très riches en glycérides à poids moléculaires élevés et principalement aux huiles siccatives.

Avec ces dernières, le traitement répété avec l'alcool acide présente encore l'inconvénient d'exposer la matière grasse à une oxydation et à une polymérisation, de sorte qu'il devient très difficile d'opérer l'alcoolyse de la totalité du produit, à moins d'employer un grand excès d'alcool.

Pour éviter ces inconvénients, nous provoquons la réaction au sein d'un dissolvant neutre. Le corps gras est dissous dans l'éther, dans le benzène ou le tétrachlorure de carbone et additionné de l'alcool acidulé avec lequel on veut produire l'alcoolyse. Quand l'opération est terminée, on lave la masse avec de l'eau alcalinisée, on dessèche, on distille le dissolvant et l'on fractionne les éthers obtenus.

V. En résumé nos recherches montrent :

1° Que tous les glycérides peuvent subir l'alcoolyse et que ceux à poids moléculaires peu élevés se dédoublent plus facilement que les glycérides supérieurs ;

2° Que les corps gras solubles dans l'alcool (ricin) s'alcoolysent plus facilement que ceux qui sont insolubles ;

3° Que l'alcoolyse est facilitée quand on l'opère au sein d'un dissolvant du corps gras ;

4° Que la transformation des matières grasses en glycérine et éthers-sels constitue un moyen très pratique pour la préparation d'un certain nombre de ces éthers, et aussi une nouvelle méthode d'analyse qualitative de ces matières ;

5° Que l'opération de l'alcoolyse, se faisant à une température relativement basse et en présence de peu d'acide, permet de respecter les corps qui, contenus en très petites quantités dans les produits naturels, leur donnent le parfum, le goût de terroir caractéristique.

VI. *Interprétation des réactions.* — Comme dans le cas de l'hydrolyse des éthers-sels ordinaires, des glycérides, des bioses et polyoses, des glucosides, etc., les acides chlorhydrique, bromhydrique, phénylsulfonique, etc. se comportent, au sein des alcools, vis-à-vis des mêmes combinaisons, comme des agents catalyseurs. Ils déterminent l'alcoolyse.

A l'égard des corps gras, cette action catalysante est plus profonde et plus nette que celle qu'opèrent les alcoolates de sodium ou les solutions alcooliques de potasse ou de soude.

On sait en effet depuis longtemps, par les travaux de Duffy, Bouis, Allen, Henriques, Kossel et Krüger, Kossel et Obermuller, Kremann, etc., que les glycérides et divers autres éthers-sels donnent naissance à des éthers d'alcools monoatomiques, quand on les traite par des alcools sodés ou des lessives alcooliques.

Claisen, Bull, Obermuller, Goldschmidt, Euler, Kremann ont donné des interprétations variées du phénomène.

Nous pourrions invoquer les mêmes théories admises par ces divers auteurs, s'il ne venait pas à l'esprit une objection que nous croyons devoir signaler.

Bien qu'opérant avec des alcools absolus, nous ne savons pas si, à un moment donné, il n'existe pas dans le milieu, une petite quantité d'eau (provenant par exemple de l'action de l'acide catalyseur sur l'alcool), eau qui hydrolyse ensuite le corps gras avec mise en liberté de glycérine et acide, ce dernier se trouvant alors dans les conditions ordinaires pour être transformé en éther-sel.

Nous nous proposons de donner ultérieurement les résultats obtenus avec différentes catégories de corps gras, et aussi d'étudier l'alcoolyse d'autres composés, notamment de ceux qui en présence de l'eau acidulée subissent l'hydrolyse.

MINÉRALOGIE. — *Sur la transformation de roches volcaniques en phosphate d'alumine sous l'influence de produits d'origine physiologique.* Note de M. A. LACROIX.

Au cours d'une récente mission à l'île de San Thomé, dans le golfe de Guinée, M. Gravier, assistant au Muséum, a recueilli une collection de minéraux et de roches, qu'il a bien voulu soumettre à mon examen. L'île de San Thomé est entièrement volcanique; elle est constituée par des dykes, des coulées et des produits de projection basaltiques, accompagnés de trachytes et de quelques phonolites feldspathiques.

Ce ne sont point ces roches qui font l'objet de cette Note, mais bien un minéral, résultant de la décomposition du trachyte de l'îlot de Cabras, situé au nord-ouest de San Thomé, et tout près de la côte. Cet îlot est

dépourvu de terre végétale ; la surface de la roche volcanique est recouverte d'une pellicule grise, cachant une couche cornée brunâtre, qui est elle-même séparée du trachyte blanc grisâtre intact, par une zone compacte d'un blanc mat.

Cette substance, dont l'épaisseur variable peut atteindre quelques centimètres, m'a aussitôt rappelé celle que j'ai rencontrée dans de semblables conditions sur les conglomérats andésitiques de l'îlot de la Perle, au nord-ouest de la Martinique. Elle lui est en effet identique, elle est constituée par un phosphate d'alumine hydraté, un peu ferrifère.

L'examen microscopique de sections minces, taillées perpendiculairement aux surfaces exposées à l'air, montre, à l'extérieur (pellicule grise et couche brune), une région possédant une structure concrétionnée, riche en ponctuations biréfringentes. La cristallinité augmente dans la zone blanche sous-jacente, où abondent des sphérolites et des concrétions fibreuses, dont la biréfringence est supérieure à celle du quartz et dont les fibres (biaxes) ont un allongement négatif. Dans cette zone, la structure du trachyte est encore distincte, mais les phénocristaux et les microlites feldspathiques ne sont plus que des squelettes, autour desquels et dans lesquels est venu se concrétionner le phosphate d'alumine. On passe ensuite insensiblement à la roche intacte.

Des échantillons beaucoup plus transformés ont été recueillis par M. Gravier sur le bord de la mer ; leur surface est corrodée et polie par l'action des vagues. Le phosphate d'alumine a pénétré profondément dans la roche, remplissant de petites fissures qui s'anastomosent, en laissant entre elles des lambeaux de trachyte intact.

Le mécanisme de cette singulière transformation est facile à expliquer : A San Thomé, comme à la Martinique, de même que dans l'atoll Clipperton dans le Pacifique du Nord, où M. Teall a observé (¹) une altération du même ordre aux dépens d'un trachyte, les roches modifiées forment des rochers nus, servant de refuge à d'innombrables oiseaux de mer, qui les

(¹) *Quarterl. J. geol. Soc. London,* t. LIV, 1898, p. 230. L'amiral Sir W.-J. Wharton a publié (*Id.* p. 228) une carte de cet atoll qui, on le sait, est possession française : on y voit le rocher trachytique dont il est question ici, occuper dans le lagon une position excentrique. Les deux photographies, jointes à son Mémoire, montrent ce rocher haut de 20^m, se dressant de la mer, avec des parois presque verticales ; cette disposition fait penser que, de même que l'île de Bogosloff, qui a surgi dans la mer de Behring, le roc trachytique de Clipperton a probablement pris naissance par un phénomène d'extrusion, analogue à celui du dôme de la montagne Pelée.

couvrent de leurs déjections ; ce n'est qu'à l'action chimique de celles-ci, constamment renouvelées, action certainement aidée par des actions microbiennes, que l'on puisse attribuer cette attaque profonde des roches volcaniques. On n'est pas surpris de trouver des calcaires et notamment ceux des récifs coralliens, transformés en phosphate de chaux sous la même influence; mais il est plus remarquable de voir des silicates, comme l'orthose, aussi résistant aux agents chimiques de nos laboratoires, se détruire avec une telle facilité sous l'influence d'agents chimiques d'origine physiologique.

Le phosphate biammoniacal joue sans doute dans cette réaction le rôle capital qu'a mis en lumière notre confrère, M. Armand Gautier, dans son étude du phosphate alumineux, qu'il a découvert dans la grotte de Minerve (Hérault), mais il existe une différence essentielle dans le résultat ultime constaté dans ces deux catégories de gisements. Tandis que dans la grotte de Minerve, le phosphate résultant de l'attaque de l'argile fixe une grande quantité de potasse (la *minervite* résultante est en effet un phosphate hydraté d'alumine, de potasse, contenant une petite quantité de chaux et d'ammoniaque), dans les gisements tropicaux, non seulement il n'y a pas d'alcalis apportés, mais tous ceux qui existaient dans la roche originelle, de même que les bases terreuses, ont été éliminés, de telle sorte qu'il n'y a aucune différence entre le phosphate produit aux dépens d'un trachyte, riche en potasse, pauvre en chaux et en magnésie (I. de Cabras et Clipperton), ou d'une andésite, riche en chaux et en magnésie, médiocrement pourvue en alcalis, parmi lesquels domine la soude (Martinique).

Les conditions topographiques et climatériques, si différentes dans les deux cas, permettent de comprendre ces particularités. Dans les îlots soumis au lavage intense des pluies tropicales, les sels solubles sont entraînés à la mer au fur et à mesure de leur production, au lieu de rester en contact avec la roche attaquée, comme cela a eu lieu dans la grotte de Minerve.

Cette élimination de tous les éléments de la roche modifiée, autres que l'alumine et une partie du fer, est à rapprocher de celle qui caractérise la *latéritisation*, cette autre maladie tropicale des roches silicatées.

Le phénomène que je viens de discuter n'est pas limité aux trois îlots en question; le même phosphate d'alumine, désigné sous le nom de *redondite*, a été exploité jadis à l'île de Redonda (Petites Antilles). Il faut y rattacher aussi celui qui est extrait encore aujourd'hui de l'îlot du Conné-

table, sur la côte de la Guyane, où les roches altérées sont des gneiss et des diabases.

On remarquera que tous ces gisements se trouvent dans des îlots dénudés situés entre l'Équateur et le 17e degré de latitude Nord; il est fort vraisemblable que ce mode d'altération des roches silicatées sous l'action de produits d'origine physiologique est très général dans cette vaste zone (et doit s'observer symétriquement au sud de l'Équateur), toutes les fois que les conditions exposées plus haut sont réalisées. La vérification de cette hypothèse serait intéressante aussi bien au point de vue théorique qu'au point de vue pratique, puisque le phosphate d'alumine, pour avoir moins de valeur que le phosphate de chaux ([1]), n'en est pas moins exploitable. Il y aurait lieu en outre de rechercher si, comme la latéritisation, cette phosphatisation des roches silicatées est limitée aux pays tropicaux à climat humide ou si, au contraire, elle se produit aussi sous d'autres climats et en particulier sous les climats tempérés. C'est afin d'appeler l'attention sur ces questions que j'ai cru devoir publier cette nouvelle observation, consacrée à un minéral qui ne paye pas de mine et qui peut passer facilement inaperçu.

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les graines et inflorescences des* Callipteris *Br.* Note de M. **Grand'Eury.**

La présence fréquente, avec les *Callipteris* des environs d'Autun, des graines inventoriées il y a trente ans sous le nom de *Carpolithes variabilis* Gr. ([2]), jointe au mélange intime des mêmes graines avec le *Call. conferta* St. dans du charbon de Bert (Allier) formé exclusivement de ce fossile, m'ont fait supposer ([3]) qu'elles se rapportent aux mêmes plantes. L'étude, sur le terrain, de la flore de l'horizon du boghead d'Autun confirme ce rapprochement.

([1]) Les *leached guanos* des Américains, formés aux dépens de roches calcaires par le lavage naturel du guano suprajacent, sont ou ont été exploités dans cette zone : dans quelques îles des Antilles et dans de petites îles du Pacifique situées entre le 10e degré Nord et le 10e degré Sud de latitude, le 180e degré et le 150e degré de longitude Ouest.

([2]) *Flore carbonifère*, p. 515.

([3]) *Comptes rendus*, t. CXLII, 1906, p. 27.

Cette flore, aux mines de Margenne et des Télots, est des plus simples, composée qu'elle est presque entièrement de *Callipteris* et de *Carp. variabilis,* ne comprenant en outre que de très rares *Walchia* et quelques types et espèces en voie d'extinction des couches supérieures de Saint-Étienne.

Ces Carpolithes prodigieusement nombreux (¹) sont dispersés partout, au toit, au mur de la couche de boghead, à 100^m au-dessous et dans l'intervalle; au toit de cette couche, en particulier, ils sont associés aux *Callipteris* dans la proportion de 100 pour une feuille; et comme avec les fossiles dissidents y compris les *Walchia* (²) se trouvent leurs fructifications et graines, les *Carp. variabilis* s'imposent comme graines des *Callipteris conferta* et dérivés.

Cependant, des nombreuses graines trouvées en contact avec les feuilles, aucune ne leur est attachée. Au toit du boghead, ces graines sont souvent agglomérées en plus ou moins grand nombre et, dans les groupes les plus isolés, elles sont en partie orientées et disposées comme si elles étaient en connexion avec des axes grêles ramifiés dont il reste encore quelques vestiges ou traces en dépit de la mauvaise conservation des empreintes végétales dans les schistes bitumineux : ces groupements représentent sans doute des inflorescences égrenées sur place. D'autre part, sur des schistes à pâte fine de Toulon-sur-Arroux, se voient des jeunes graines nues attachées à de fins rameaux. De plus, un bouquet de ces graines a été trouvé fixé à un rachis rappelant ceux des *Callipteris,* ce qui a achevé de me convaincre que les très nombreuses graines de ces fossiles ont formé des régimes (³) séparés indépendants des feuilles ordinaires.

Les graines nues des *Callipteris* sont sessiles et souvent obliques comme celles attachées directement et latéralement à un axe. Aplaties à l'état fossile, leurs empreintes, larges de 5^{mm} à 10^{mm}, sont elliptiques, ovoïdes ou

(¹) Ces graines n'ont pas retenu l'attention; les plus approchantes qui soient publiées sont celles des figures 18 à 21, Planche XVIII, *Flora d. jüng. Stk. u. Roth. im Saar-Rhein-Gebiete.*

(²) Leurs graines, plus petites que celles des *Callipteris,* en diffèrent en outre par la forme et la consistance; et avec les *Pinites permiensis* Ren. qui sont communs à Margenne, gisent des strobiles sphériques ne comportant aussi que de très petites graines.

(³) Je n'ai découvert aucun reste de *Cycadospadix Milleryensis* Ren., me permettant de penser que cette inflorescence puisse se rapporter aux *Callipteris* du type *conferta.*

rondes. Le testa en est mince et uni, ou plutôt très légèrement strié par des linéaments fibreux divergeant de la base et convergeant vers le sommet; il ne présente aucune ligne de déhiscence, ni arête organique et tout indique que, à l'état de nature, les graines de *Callipteris* ressemblaient à des baies; ce sont, de forme, les plus simples des graines de Ptéridospermées.

Les graines se rapportant aux *Call. conferta* St., *prælongata* W., *obliqua* Göp., etc., au lieu d'offrir, comme celles des *Nevropteris* stéphaniens, autant de types que les feuilles, varient dans de si étroites limites qu'elles ne se prêtent pas à des distinctions spécifiques.

Sans être en mesure de les rattacher à ces *Callipteris*, je signalerai néanmoins, parmi ces fossiles, d'assez nombreux organes mâles fort singuliers, longs de 2^{cm} à 3^{cm}, ressemblant à d'énormes *Crossotheca* Z., et se laissant comparer, quoique plus gros, aux fossiles des mines de Decize (Nièvre) représentés par M. Zeiller dans la *Flore fossile de Commentry* (*Pl. XXXI, fig.* 2, 3 et 4). A l'état adulte, les capsules marginales sont pendantes, au jeune âge, repliées et dissimulées au-dessous de ces organes très charnus. Lesdites fleurs, étrangères au bassin de la Loire, sont généralement isolées. J'en ai cependant découvert une rangée de sept accolées et, sur un autre échantillon, on voit les mêmes fleurs attachées aux deux côtés d'une large côte moyenne, formant ainsi une inflorescence en épi large de 5^{cm}.

En mettant à découvert un grand nombre de feuilles de *Callipteris*, j'ai constaté qu'elles sont petites et courtes comparativement aux Névroptéridées et portées par des rachis recourbés vers une base tronquée et renflée, tels que des pétioles de feuilles caduques détachées d'une tige.

D'après tout cela, les *Callipteris* s'éloignent des Névroptéridées par leurs organes de végétation aussi bien que par ceux de reproduction.

Ces plantes permiennes débutent d'ailleurs, à la base du bassin de Bert, par quelques rares *Call. conferta* St. qu'aucun lien aujourd'hui connu ne rattache aux « Fougères à graines » du Stéphanien.

A l'extrémité libre de toutes les feuilles de *Callipteris*, on s'aperçoit que leur forme si caractéristique résulte de dichotomies répétées à très courts intervalles.

M. Gaston Bonnier fait hommage à l'Académie d'un exemplaire de *L'Enchaînement des Organismes*, Ouvrage qu'il vient de faire paraître. L'auteur expose dans ce Volume, sans développer aucune théorie et de

manière à être compris de tout lecteur, les liaisons qui peuvent être établies entre les êtres vivants ou fossiles, animaux ou végétaux.

NOMINATIONS.

L'Académie procède par la voie du scrutin à la désignation de deux de ses Membres qui devront faire partie, cette année, du Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique.

MM. **Maurice Levy** et **Bouquet de la Grye** réunissent l'unanimité des suffrages.

PLIS CACHETÉS.

Sur la demande de M. **Henri Padé** l'Académie ouvre deux plis cachetés déposés dans les séances du 2 février 1903 et du 22 juin 1903.

Ces plis cachetés, qui se rapportent à l'étude des *Développements en fractions continues,* sont renvoyés, sur la demande de l'auteur, à la Commission du grand prix des Sciences mathématiques.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** communique à l'Académie un Rapport de M. le Consul de France à Valparaiso, relatif à la catastrophe dont cette ville a été le théâtre dans la nuit du 16 au 17 août 1906 et les jours suivants.

(Renvoi à la Commission de Sismologie.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Les bateaux automobiles,* par Fernand Forest. (Présenté par M. Maurice Levy.)

2° *L'hérédité des stigmates de dégénérescence et les familles souveraines,* par le Dr V. Galippe. (Présenté par M. Bouchard.)

3° Le fascicule I des *Décades botaniques* de la Mission scientifique permanente d'exploration en Indo-Chine. (Présenté par M. Yves Delage.)

ASTRONOMIE. — *Perturbations de Vesta dépendant du produit des masses de Jupiter et Mars.* Note de M. LEVEAU, présentée par M. Lœwy.

Quoiqu'en parfait accord avec celle déduite par Airy de la considération des perturbations de la Terre par Mars, la valeur de la masse de cette dernière planète obtenue par la comparaison des observations de Vesta, faites de 1808 à 1888, avec la théorie dans laquelle il a été tenu compte des perturbations du premier ordre par toutes les grosses planètes, sauf Mercure, du carré de la masse de Jupiter et du produit des masses de Jupiter et Saturne, cette valeur, dis-je, diffère notablement de la masse de Mars adoptée par tous les astronomes.

J'ai pensé que l'omission des perturbations dépendant du produit des masses de Jupiter et Mars pouvait être la cause de cette discordance. C'est pourquoi j'ai entrepris le travail dont j'ai l'honneur de présenter les résultats à l'Académie.

Soient :

g, g', g^{v} les anomalies moyennes respectives de Vesta, ♃ et ♂,
n, n', n^{v} leurs moyens mouvements,
$\mu' = \frac{n'}{n}$, $\mu^{\text{v}} = \frac{n^{\text{v}}}{n}$,
ε, l'anomalie excentrique de Vesta,
$(i, i', i^{\text{v}}) = ig + i'g' + i^{\text{v}}g^{\text{v}} + [i + i'\mu' + i^{\text{v}}\mu^{\text{v}}](\varepsilon - g)$,

on obtient, pour les perturbations de la longitude moyenne et du rayon vecteur de Vesta, les expressions suivantes :

Perturbations de Vesta dépendant du produit des masses de ♃ et ♂.

			$n\,\delta z$.		$2\,\delta\text{v}$.		
i.	i'.	i^{v}.	cos.	sin.	cos.	sin.	Période.
			″	″	″	″	ans
0	+ 4	—1	″	—0,002	—0,002	″	5,1
0	+ 3	—1	+0,025	+0,065	+0,066	—0,025	3,6
1	+ 3	—1	—0,128	—0,148	+0,003	—0,001	308,3
0	+ 2	—1	+0,006	+0,004	+0,005	—0,008	2,7
1	+ 2	—1	+0,005	+0,002	+0,001	—0,002	11,4

i.	i'.	i''.	n δz. cos.	n δz. sin.	2 δv. cos.	2 δv. sin.	Période.
			″	″	″	″	ans
1	0	−1	−0,004	+0,012	+0,013	+0,004	3,9
2	0	−1	−0,065	+0,011	″	−0,003	51,6
3	0	−1	−0,005	+0,012	−0,012	−0,005	3,4
3	−2	−1	+0,002	+0,005	−0,002	″	7,9
4	−2	−1	−0,002	+0,001	−0,001	−0,002	2,5
3	−3	−1	+0,003	+0,007	″	−0,003	23,8
4	−3	−1	+0,001	+0,002	−0,002	″	3,2
5	−10	−1	″	+0,003	″	″	342,6
2	+3	−2	+0,009	−0,002	−0,002	−0,009	3,8
3	+3	−2	+0,027	−0,026	+0,002	+0,001	61,9
3	0	−2	″	−0,015	−0,013	″	4,2
4	0	−2	−0,020	−0,022	+0,004	−0,005	25,8
4	−1	−2	+0,006	−0,002	−0,001	−0,001	21,9
4	−2	−2	+0,002	−0,003	−0,002	−0,002	7,7
5	−2	−2	″	+0,003	−0,001	″	7,0
4	−3	−2	+0,001	−0,008	−0,007	−0,001	4,6
5	−3	−2	−0,004	−0,002	+0,001	−0,001	16,3
5	−4	−2	+0,006	+0,012	+0,001	−0,002	43,6
6	−4	−2	−0,002	−0,001	+0,001	−0,002	3,9
5	−7	−2	+0,003	−0,002	−0,002	−0,003	3,6
6	−7	−2	−1,295	+4,615	+0,008	+0,002	3079,0
7	−7	−2	″	−0,014	+0,014	″	3,6
4	+3	−3	+0,002	+0,002	+0,002	−0,002	4,2
5	+3	−3	+0,004	″	″	+0,001	28,1
5	−0	−3	+0,006	−0,006	−0,005	−0,005	4,6
6	−0	−3	−0.001	−0,008	+0,002	″	17,2
5	−1	−3	−0,001	−0,002	−0,002	+0,001	3,3
6	−1	−3	+0,009	+0,005	″	−0,001	38,2
6	−2	−3	+0,004	″	″	−0,002	9,0
6	−3	−3	+0,004	−0,003	−0,002	−0,003	5,1
7	−3	−3	+0,001	−0,002	″	″	12,4
6	−4	−3	+0,005	−0,006	−0,006	−0,005	3,6
7	−4	−3	−0,010	+0,397	+0,007	″	280,2
8	−4	−3	−0,002	−0,004	+0,004	−0,002	3,6
7	0	−4	+0,004	″	″	−0,003	5,1
8	0	−4	+0,002	−0,001	+0,001	+0,001	12,9
7	−1	−4	+0,002	−0,005	−0,005	−0,002	3,6
8	−1	−4	+0,022	+0,075	+0,002	−0,001	146,8
8	−2	−4	+0,002	+0,002	+0,001	−0,001	11,0
8	−3	−4	+0,003	+0,001	″	−0,002	5,8
9	−4	−4	−0,002	+0,004	−0,001	−0,002	63,2
9	+2	−5	+0,001	+0,005	″	″	99,5
10	−1	−5	−0,004	+0,008	″	″	79,5
10	−2	−5	″	+0,002	″	″	13,9

i.	i''.	n δz. cos.	n δz. sin.	Période.
		″	″	ans
2	−1	+0,004	−0,001	51,6
3	−2	″	+0,001	4,2
4	−2	+0,002	″	25,8
		nt cos.	*nt* sin.	
0	−1	″	−0,00002	1,9
1	−1	−0,00012	−0,00003	3,9
2	−1	″	+0,00030	51,6
3	−1	+0,00010	″	3,4
2	−2	″	−0,00002	2,0
3	−2	+0,00009	+0,00003	4,2
4	−2	″	+0,00029	25,8
5	−3	+0,00005	−0,00002	4,6

i.	i''.	2 δv. *nt* cos.	2 δv. *nt* sin.
		″	″
1	−1	−0,00003	+0,00010
2	−1	−0,00006	+0,00002
3	−1	″	+0,00010
3	−2	+0,00002	+0,00009
4	−2	−0,00007	−0,00004
5	−3	−0,00002	+0,00005

puis, pour les valeurs des perturbations de la longitude moyenne aux époques des observations :

Dates.	$n\,\delta z$.	Dates.	$n\,\delta z$.	Dates.	$n\,\delta z$.	Dates.	$n\,\delta z$.
1807,3...	+4",46	1835,0...	+4",46	1858,3...	+4",11	1881,9...	+4",25
1808,7...	+4,52	1836,2...	+4,30	1859,9...	+4,25	1883,2...	+4,12
1810,1...	+4,57	1837,8...	+4,38	1861,1...	+4,16	1884,7...	+4,24
1811,4...	+4,47	1839,0...	+4,39	1862,5...	+4,24	1886,0...	+4,15
1812,8...	+4,57	1840,4...	+4,25	1863,9...	+4,26	1887,3...	+4,12
1814,1...	+4,55	1841,9...	+4,38	1865,3...	+4,22	1888,8...	+4,18
1815,6...	+4,53	1843,2...	+4,26	1866,7...	+4,33	1890,2...	+4,07
1816,9...	+4,59	1844,7...	+4,28	1868,0...	+4,25	1891,5...	+4,12
1818,3...	+4,53	1845,9...	+4,31	1869,4...	+4,33	1893,0...	+4,09
1819,7...	+4,57	1847,3...	+4,16	1870,8...	+4,34	1894,2...	+4,02
1822,5...	+4,50	1848,8...	+4,29	1872,1...	+4,24	1895,7...	+4,09
1823,9...	+4,57	1850,2...	+4,16	1873,6...	+4,38	1897,1...	+3,96
1825,2...	+4,45	1851,5...	+4,15	1874,9...	+4,26	1898,4...	+4,01
1826,6...	+4,50	1852,9...	+4,24	1876,3...	+4,25	1899,9...	+3,99
1830,8...	+4,49	1854,2...	+4,08	1877,8...	+4,34	1901,2...	+3,88
1832,1...	+4,38	1855,7...	+4,22	1879,1...	+4,18	1902,7...	+4,00
1833,6...	+4,35	1857,1...	+4,17	1880,4...	+4,25	1904,0...	+3,87

Par suite de l'inégalité (6, −7, −2), dont la période est de plus de 3000 ans, la partie principale se trouvant comprise dans la longitude moyenne déduite des observations, les erreurs des longitudes des Tables de Vesta seront, en 1958 et 2008, inférieures à 0",5 et 0",8; mais, dans les équations de condition, les coefficients relatifs à la correction de la masse de Mars seront complètement changés et ceux relatifs à Jupiter légèrement modifiés.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur certains groupes linéaires.* Note de M. Léon Autonne, présentée par M. Jordan.

Les auteurs qui ont étudié ou construit les groupes Γ de substitutions, ou matrices, linéaires, n-aires, d'ordre fini, ont supposé que chaque matrice de Γ avait son rang égal à n, c'est-à-dire son déterminant différent de zéro.

J'ai cherché comment se modifie le problème, quand on s'affranchit de cette condition.

Soit Ω un système constitué par des matrices n-aires A, B, C, ..., *de rangs quelconques*, en nombre fini ou infini. La seule hypothèse restrictive de la généralité sera celle-ci : « Soient A et B deux matrices, *prises à volonté*

dans Ω, et X une matrice inconnue; l'équation $XA = B$ possède, dans Ω, *au moins une* solution. »

On reconnaît facilement alors que :

I. L'équation possède dans Ω exactement une solution;

II. Toutes les matrices de Ω ont même rang r;

III. Elles peuvent, grâce à un choix approprié de variables, s'écrire simultanément sous des expressions

$$\begin{pmatrix} a & 0 \\ \alpha & 0 \end{pmatrix},$$

où a est une matrice r-aire et α un tableau à r colonnes et à $n-r$ lignes; autrement dit, toute matrice de Ω a ses $n-r$ dernières colonnes composées exclusivement de zéros.

Je dirai, avec MM. Frobenius et Schur (*Sitzungsberichte* de l'Académie de Berlin, février 1906, p. 209), que Ω est un *groupe*, si le produit de deux matrices de Ω figure aussi dans Ω. J'admettrai enfin que le groupe Ω contient un nombre fini ω de matrices. Les groupes Γ, cités plus haut, seront dits *ordinaires*.

Les groupes Ω conservent la plupart des propriétés qui appartiennent aux groupes ordinaires.

Ω admet pour invariant un hypohermitien (voir mon travail *Sur l'hypohermitien* dans le *Bulletin de la Société mathématique de France*, 1903, et ma Note des *Comptes rendus* du 9 mars 1903), H de rang r. Après canonisation de H, toute matrice de Ω s'écrit encore, comme plus haut,

$$\begin{pmatrix} a & 0 \\ \alpha & 0 \end{pmatrix}, \qquad \text{mais} \qquad |a| \neq 0.$$

Il est indifférent, puisque $|a| \neq 0$, de prendre α ou αa. J'écrirai, pour les matrices de Ω,

$$A = \begin{pmatrix} \alpha & 0 \\ \alpha a & 0 \end{pmatrix} = (a, \alpha); \qquad B = (b, \beta); \qquad \ldots,$$

alors

$$AB = (ab, \alpha), \qquad A^R = (a^R, \alpha).$$

Les matrices r-aires a, b, ... engendrent un groupe ordinaire G,

d'ordre fini g. Si e désigne la matrice k–aire unité et $a^m = e$, on a

$$A^{m+1} = A.$$

Nommons ($\sigma = 1, 2, \ldots, g$; $\tau = 1, 2, \ldots, q$) a_σ les g substitutions de G, α_τ des tableaux arbitraires, au nombre de q, à r colonnes et à $n - r$ lignes.

Les $\omega = qg$ matrices de Ω sont fournies par la formule

$$(a_\sigma, \alpha_\tau),$$

q est un entier fini, mais illimité.

L'équation $XA = B$ admet la solution unique (ba^{-1}, β). L'équation $AX = B$, impossible si $\alpha \neq \beta$, admet, pour $\alpha = \beta$, les q solutions $(a^{-1}b, \alpha_\tau)$.

Nos groupes Ω seront, d'après la terminologie de MM. Frobenius et Schur, *réductibles*.

Tous les présents résultats se transportent sans peine aux quantités hypercomplexes, n^2–ions.

MÉCANIQUE. — *Sur les potentiels d'un volume attirant dont la densité satisfait à l'équation de Laplace.* Note de M. **A. Korn**, présentée par M. Émile Picard.

Soit

$$(1) \qquad V = \int_i \theta \frac{d\tau}{r}$$

le potentiel d'une sphère de rayon R dont la densité θ satisfait à l'équation de Laplace

$$(2) \qquad \Delta\theta = 0 \quad \text{à l'intérieur de la sphère,}$$

et à la condition

$$(3) \qquad \text{abs.}(\theta_2 - \theta_1) \leqq A r_{12}^\lambda$$

pour deux points 1 et 2 quelconques de la sphère dont nous désignons la distance par r_{12}, A étant une constante finie et λ un nombre positif, différent de zéro. Alors on démontrera facilement à l'aide des fonctions sphériques les relations suivantes entre V et le potentiel de la surface ω de la

sphère avec la densité θ :

$$(4)\qquad \frac{\partial V}{\partial \nu} = \frac{1}{2R} V - \frac{1}{2}\int_\omega \theta \frac{d\omega}{r},$$

$$(5)\qquad \begin{cases} \left|\dfrac{\partial^2 V}{\partial \nu^2}\right|_e = \pi\theta - \dfrac{1}{2R}\dfrac{\partial V}{\partial \nu} + \dfrac{1}{4R}\displaystyle\int_\omega \theta \frac{d\omega}{r}, \\ \left|\dfrac{\partial^2 V}{\partial \nu^2}\right|_e = \pi\theta - \dfrac{1}{4R^2} V + \dfrac{1}{2R}\displaystyle\int_\omega \theta \frac{d\omega}{r} \end{cases}$$

pour tous les points de la surface dont nous désignons les normales intérieures par ν. En se servant de la relation (5) on peut démontrer un théorème assez important pour la théorie de l'élasticité sur la fonction

$$(6)\qquad f = \theta - \frac{1}{\pi}\left|\frac{\partial^2 V}{\partial \nu^2}\right|_e.$$

Cette fonction aura, sous les seules suppositions (2) *et* (3), *à la surface de la sphère des dérivées premières continues sur toute la surface.*

Ce résultat peut être étendu à des surfaces ω très générales dont la courbure satisfait à de certaines conditions de continuité.

Un théorème présentant une grande analogie avec le théorème que nous venons d'énoncer peut être démontré à l'aide de la relation (4).

Soient $\theta_1, \theta_2, \theta_3$ trois fonctions satisfaisant à l'intérieur de la sphère aux conditions (2) et (3) et à la condition

$$(7)\qquad \theta_1 \cos(\nu x) + \theta_2 \cos(\nu y) + \theta_3 \cos(\nu z) = 0,$$

à la surface de la sphère, et posons

$$(8)\qquad V_j = \int_i \theta_j \frac{d\tau}{r} \qquad (j = 1, 2, 3);$$

alors les trois fonctions

$$(9)\qquad \begin{cases} f_1 = \dfrac{\partial^2 V_1}{\partial x\, \partial \nu}\cos(\nu x) + \dfrac{\partial^2 V_2}{\partial x\, \partial \nu}\cos(\nu y) + \dfrac{\partial^2 V_3}{\partial x\, \partial \nu}\cos(\nu z), \\ f_2 = \dfrac{\partial^2 V_1}{\partial y\, \partial \nu}\cos(\nu x) + \dfrac{\partial^2 V_2}{\partial y\, \partial \nu}\cos(\nu y) + \dfrac{\partial^2 V_3}{\partial y\, \partial \nu}\cos(\nu z), \\ f_3 = \dfrac{\partial^2 V_1}{\partial z\, \partial \nu}\cos(\nu x) + \dfrac{\partial^2 V_2}{\partial z\, \partial \nu}\cos(\nu y) + \dfrac{\partial^2 V_3}{d z\, \partial \nu}\cos(\nu z), \end{cases}$$

dont les valeurs sont les mêmes du côté intérieur et extérieur de la surface, jouiront des mêmes propriétés que la fonction f, définie par l'équation (6); *elles auront des dérivées premières continues sur toute la surface.*

L'extension de ce théorème à des surfaces ω bien plus générales se fait de la même manière que l'extension du théorème énoncé plus haut.

PHYSIQUE. — *Sur certains rayons cathodiques.* Note de M. **P. Villard**, présentée par M. J. Violle.

M. J.-J. Thomson [1] a observé que, si l'on dévie par un aimant le faisceau cathodique d'une ampoule de Crookes, il subsiste, à la place primitivement occupée par ce faisceau, des rayons non déviés assez peu visibles, partant des mêmes points de la cathode que les rayons cathodiques, mais n'excitant pas la fluorescence du verre.

Ce faisceau est toujours rose, même si le vide est fait sur l'oxygène, dans lequel les rayons cathodiques ordinaires sont jaunes : le spectre de la lumière émise est celui de l'hydrogène. J'ai pensé que les particules en mouvement dans ces rayons avaient la propriété de n'illuminer que l'hydrogène. L'expérience a confirmé cette manière de voir : les rayons de J.-J. Thomson, à peine visibles si le gaz est très sec, deviennent très apparents dès qu'on ajoute un peu de vapeur d'eau ou d'hydrogène. Si le vide a été fait sur l'oxygène, on observe alors ce spectacle singulier que le faisceau cathodique est jaune d'or pâle (spectre de l'oxygène), tandis que les rayons non déviés ne donnent que le spectre de l'hydrogène.

Au contact du verre, ces rayons font apparaître une très faible lumière jaune qui paraît identique à celle que produisent les rayons de Goldstein. Ces derniers possédant aussi la propriété d'émettre une lumière rose dans un tube renfermant de l'oxygène et une trace de vapeur d'eau, il y avait lieu de supposer que les rayons dont il s'agit étaient, comme ceux de Goldstein, électrisés positivement.

J'ai réussi à mettre en évidence cette électrisation positive en déviant les rayons soit par un champ magnétique, soit par un champ électrique. L'emploi de l'hydrogène ou de la vapeur d'eau rendait l'expérience facile en augmentant la visibilité du faisceau. Les déviations ont toujours eu lieu dans le sens prévu pour une charge positive des particules ; l'ordre de grandeur était le même que pour les Kanalstrahlen [2].

---

(1) *Proceed. Roy. Inst.*, 1897.

(2) L'expérience était disposée comme il suit : une cathode de Hittorff (gros fil d'aluminium entouré d'un tube de verre) envoyait un faisceau de rayons sur une anode

Il est à peu près évident que les deux espèces de rayons sont formées par l'afflux cathodique positif qui, provenant de l'espace obscur comme je l'ai montré antérieurement, arrive sur la cathode avec une grande vitesse et provoque, aux points frappés, l'émission cathodique. Si la cathode est perforée, les particules positives la traversent et forment les Kanalstrahlen ; dans le cas contraire, une partie de l'afflux rebondit et constitue les rayons de J.-J. Thomson. Ces particules positives réfléchies mécaniquement par la cathode qui les avait attirées ne devraient pas toutefois dépasser les limites de l'espace obscur d'où elles proviennent. Cette anomalie s'explique par le fait que l'émission cathodique est un phénomène discontinu : le potentiel de la surface de l'électrode subit ainsi de rapides et continuelles variations auxquelles l'arrivée des particules positives de l'afflux n'est sans doute pas étrangère.

Un certain nombre de ces particules pourra donc, à la faveur d'un relèvement du potentiel cathodique, rebondir plus loin que son point de départ, sortir de l'espace obscur et, le champ devenant alors presque nul, échapper à l'attraction de la cathode. Cette interprétation est d'accord avec le fait que les rayons cathodiques positifs sont beaucoup moins visibles, et sans doute formés par beaucoup moins de particules que les Kanalstrahlen obtenus en perforant la cathode, ceux-ci ne représentant cependant qu'une fraction de l'afflux cathodique (1).

Quelle que soit l'interprétation adoptée, les expériences précédentes mettent en évidence deux faits :

1° Une cathode en activité émet des rayons qui transportent des charges positives.

2° Dans un mélange d'oxygène et d'hydrogène (ou de vapeur d'eau) les corpuscules cathodiques provoquent de préférence la luminescence de l'oxygène, les particules positives n'illuminent au contraire que l'hydrogène.

---

obturant toute la section du tube et percée d'une fente. Le faisceau plat ainsi obtenu, très visible par sa tranche, passait ensuite entre deux plateaux de 15^{mm} de longueur écartés de 5^{mm} et reliés à une batterie de 200 accumulateurs. La déviation était observée au delà des plateaux, en dehors des luminosités parasites dues au courant que le passage des rayons provoquait entre les plateaux. Les rayons cathodiques ordinaires étaient en général déviés par un aimant avant l'anode.

L'observation de la déviation magnétique était beaucoup plus facile, aucune décharge étrangère ne pouvant se produire : l'ampoule était analogue à la précédente, mais sans plateaux auxiliaires. Un écran magnétique atténuait l'action du champ près de la cathode afin de ne pas gêner le fonctionnement de l'ampoule.

Les déviations étaient observées sur une longueur de 4^{cm} à 5^{cm}.

La source était un transformateur muni d'une soupape cathodique; la vérification stroboscopique du sens de la décharge a été faite pour chaque observation.

(1) La théorie cinétique des gaz suggère une autre explication, assez simple d'ailleurs, mais qui n'est pas accessible à l'expérience.

Cette dernière particularité n'est évidemment pas sans intérêt pour l'explication de la luminescence des gaz traversés par des particules électrisées.

ÉLECTRICITÉ. — *Établissement, entre un poste transmetteur et un des postes récepteurs d'une installation de télémécanique sans fil, d'une correspondance exclusive, indépendante de la syntonisation.* Note de M. **Édouard Branly**, présentée par M. de Lapparent.

Dans une commande à distance par étincelles, il paraît difficile d'être renseigné sur les instants où les étincelles doivent être lancées du poste transmetteur, si le poste récepteur est hors de vue.

L'axe distributeur et le télégraphe automatique dont j'ai muni l'an dernier un poste récepteur (¹) font passer devant les yeux de l'opérateur du poste transmetteur les intervalles pendant lesquels les étincelles peuvent commander tel ou tel effet.

Un nouvel élément de concordance est susceptible d'être ajouté par la roue interruptrice que j'ai introduite récemment (²) dans le circuit de travail. Pour cet objet, j'ai modifié légèrement la première construction de cette roue.

Modification de la roue interruptrice. — Dans l'appareil primitif, la roue et la came se séparaient au moment du retour de la came; le changement apporté consiste à maintenir solidaires à tout moment la roue et la came. La roue accompagne donc la came lorsque celle-ci revient brusquement au-dessous du levier de déclenchement, soit après un tour entier et un effet produit, soit après une fraction de tour, à l'occasion d'étincelles fortuites. La *première* touche, sur laquelle appuient les balais avant l'entraînement de la roue et de la came par le moteur est alors une touche particulière et le rôle de cette touche n'est plus joué par une touche quelconque.

L'appareil modifié se comporte encore à la fois comme dispositif de sécurité et comme intermédiaire d'opération; mais, en outre, le retour de la roue elle-même et l'addition d'un nouvel organe au poste transmetteur donnent le moyen de choisir, parmi les postes récepteurs compris dans la zone d'action du poste transmetteur, celui sur lequel on veut agir.

Roue témoin au poste transmetteur. — Pour faire ce choix, le moteur qui

---

(¹) *Comptes rendus,* séance du 20 mars 1905.
(²) *Comptes rendus,* séance du 22 octobre 1906.

entraîne une roue interruptrice R_1 doit être assez régulier pour qu'un tour de la roue ait lieu dans un temps à peu près fixe, par exemple à une seconde près sur 20. De plus, on place au poste transmetteur une roue spéciale R_2 qui est mise en marche par un moteur lors de la fermeture du circuit d'un électro-aimant, comme dans les appareils qui portent les roues R_1 ; comme une roue R_1 encore, la roue R_2 s'arrête après un tour par le jeu d'une goupille. La roue R_2 n'a ni touches, ni balais, ni came, ni mécanisme de retour. Son moteur est réglé pour que la vitesse de rotation soit, au moins au degré d'approximation indiqué, la même pour les roues R_1 et R_2.

Au moment où l'opérateur abaisse le manipulateur qui sert à lancer les étincelles d'action, la roue R_2 se met à tourner, car le circuit de son électro-aimant se ferme; une première étincelle qui suit immédiatement met en marche au poste récepteur la roue R_1 ; les deux roues R_1 et R_2 partent ainsi ensemble et font un tour dans le même temps. On peut remarquer que, si des rayons de même orientation ont été tracés sur chacune des roues R_1 et R_2 au repos, les directions de ces rayons se maintiennent parallèles sur les deux roues pendant un tour. La roue R_2 peut alors servir de *témoin* et faire connaître à l'opérateur les positions successives de la roue R_1, malgré son éloignement. Assurément, pour un certain nombre de tours consécutifs, la coïncidence des orientations cesserait assez vite, à cause de la difficulté d'égaliser les vitesses des deux roues avec une rigueur suffisante, mais la coïncidence pour un tour en partant du repos est facile.

Roues interruptrices aux postes récepteurs. — Un interrupteur à roue R_1 est introduit dans le circuit de travail de chacun des postes récepteurs. Chacune des roues R_1 est entraînée par un moteur qui imprime à toutes la vitesse de la roue R_2.

Les roues R_1, que je désignerai par R_1, R'_1, R''_1, diffèrent par la distribution des touches sur leur pourtour. Considérons-en deux seulement pour simplifier. Sur le premier quadrant qui commence à la touche de départ ou première touche, la roue R_1 offrira par exemple 6 touches en comprenant la première, elle n'en aura pas sur les autres quadrants. La roue R'_1 n'aura pas de touches sur le premier quadrant à la suite de sa première, elle en aura 3 sur la première moitié du deuxième quadrant et 3 sur la première moitié du quatrième quadrant. Il est avantageux de rappeler ces distributions à l'opérateur en figurant les touches de R_1 en vert sur le premier quadrant de R_2 et les touches de R'_1 en rouge sur le deuxième et le quatrième quadrants de R_2.

Fonctionnement au poste transmetteur. — On abaisse un instant le manipulateur, la roue R_2 se met à tourner et, en même temps, par la première étincelle, les roues R_1

et R'_1. On relève aussitôt le manipulateur, R_2 continue à tourner, car le mouvement de son moteur ne dépend pas des étincelles; R'_1 poursuit son tour pendant le passage du premier quadrant, puisque R'_1 n'a pas de touches sur ce quadrant; quant à la roue R_1, elle est revenue avec sa came au point de départ.

Au commencement du passage du deuxième quadrant, on abaisse de nouveau le manipulateur et on lance un *flux* d'étincelles très serrées pendant la première moitié de ce quadrant, cela fait que R'_1 continue à tourner. Après être parti de nouveau, R_1 s'arrête bientôt. Pour faire achever la rotation de R'_1, il suffit d'un flux d'étincelles au passage de la première moitié du quatrième quadrant. Le poste auquel appartient la roue R'_1 a été mis ainsi en mesure de réaliser ses effets.

Pour faire tourner R_1 seul, à l'exclusion de R'_1, on lance un flux continu pendant le passage du premier quadrant, cela suffit pour la rotation entière de R_1. Quant à la roue R'_1, elle est ramenée à son point de départ au début du deuxième quadrant. Le poste dont dépend R_1 entre ainsi à son tour en activité.

Les divers effets du poste auquel on s'est adressé sont continués en répétant avec le manipulateur les flux spéciaux qui se rapportent à R'_1 ou R_1, dans les intervalles que le télégraphe automatique du même poste fait inscrire sous les yeux de l'opérateur.

On comprend que des combinaisons dans la distribution des touches sur les roues R_1 des postes récepteurs permettent de faire tourner à volonté une seule d'entre elles et de mettre en action le poste dont elle dépend.

Si l'on a donné aux axes distributeurs des postes récepteurs des vitesses connues, on reconnaît, sur le papier à dépêches de l'inscripteur Morse du poste transmetteur, celui des postes récepteurs qui a obéi, par la vitesse avec laquelle se succèdent les intervalles du télégraphe automatique correspondant.

L'usage des roues interruptrices et de la roue témoin n'est pas subordonné à l'emploi d'un axe distributeur, il s'applique à tout autre mode opératoire, car il suffit qu'une roue interruptrice soit intercalée dans chacun des circuits de travail des postes récepteurs.

La méthode qui vient d'être décrite supplée à la syntonisation et elle remédie aux imperfections de la syntonisation quand celle-ci n'est qu'à peu près réalisée.

CHIMIE. — *Sur les conditions de précipitation et de redissolution des sulfures métalliques.* Note de M. H. BAUBIGNY, présentée par M. Troost.

Sous ce titre, MM. G. Bruni et Padoa ont publié (1) un Mémoire relatant divers essais que leur a inspirés la lecture du traité d'Ostwald, *Wissen-*

(1) *Atti R. Accad. dei Lincei.* Roma, 5e série, 14, II, p. 525.

schaftliche Grundlagen der analytischen Chemie, dans lequel cet auteur, à propos de la précipitation des sulfures dans les solutions acides des sels métalliques et de leur redissolution, considère la variation de l'effet du gaz sulfhydrique, lorsqu'on fait varier la pression de ce réactif par compression ou raréfaction.

« Comme des expériences sur la question proposée, disent MM. Bruni et Padoa, n'ont jamais été exécutées, autant que nous avons pu le constater, il nous a paru intéressant de vérifier si l'hypothèse d'Ostwald correspondait à la réalité... » ; et ils font alors l'exposé de leurs expériences et des résultats obtenus dans le cas du zinc, du nickel, du cobalt, du manganèse.

Je serai loin de contredire aux conclusions de ces savants, car elles sont en complet accord avec les miennes et les confirment.

En effet, parmi toutes les études relatives à l'action réciproque et aux équilibres entre les sels métalliques en solution, l'hydrogène sulfuré et les acides, je ferai remarquer à MM. Bruni et Padoa que celles que j'ai fait paraître aux *Comptes rendus* (¹), au commencement de l'année 1882, c'est-à-dire 12 ans avant la publication de la première édition (1894) du traité d'Ostwald, établissent nettement l'influence de la pression du gaz sulfhydrique dans son action sur les sels de nickel en milieu neutre ou acide.

Cette étude, je l'ai étendue (²) au manganèse, au fer, au cobalt, au zinc; ce qui m'a permis d'en déduire des méthodes de séparation dont celles relatives au zinc et au nickel d'une part, au zinc et au cobalt d'autre part, ont été publiées en 1889 (³).

J'ai même démontré en plus le rôle du sulfure métallique insoluble et son influence sur la marche ultérieure de la réaction (t. XCIV, p. 1251), phénomène entièrement inconnu avant que je ne l'aie signalé et qu'on ne peut expliquer que comme la conséquence d'une augmentation de pression dans le voisinage du sulfure, due à l'existence d'un sulfhydrate de sulfure facilement dissociable.

Je me crois donc fondé à réclamer le droit de priorité sur MM. Bruni et Padoa, en ce qui concerne l'influence de la tension du gaz sulfhydrique sur les solutions salines, neutres ou acides, lors de la formation des sulfures métalliques.

(¹) T. XCIV, p. 961, 1183, 1251, 1417, 1473, 1595, 1715 et t. XCV, p. 34.
(²) T. CIV, p. 1372; t. CV, p. 751 et 806; t. CVI, p. 132 et t. CVII, p. 1148.
(³) *Comptes rendus,* t. CVIII, p. 236 et 450.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les gaz observés dans l'attaque de la tantalite par la potasse.* Note de MM. C. **Chabrié** et F. **Levallois**, présentée par M. H. Moissan.

Nous avons souvent remarqué qu'en attaquant de la tantalite par la potasse des gaz se produisaient. Cette observation a été faite d'autre part par M. Bouhard qui, opérant sur de grandes quantités de matière dans un but industriel, fut frappé de l'abondance de ce dégagement gazeux.

Nous avions d'abord cru que la tantalite que nous avions fait pulvériser chez les industriels pouvait contenir du fer provenant de l'appareil broyeur et que ce fer pouvait être la raison de la production des gaz observés. Nous avons vérifié la présence du fer dû à cette cause en le retirant du minéral pulvérisé au moyen d'un aimant; en constatant qu'un autre minéral tout à fait différent, mais plus dur, le pollux, en contenait davantage après broyage; enfin, en vérifiant que la tantalite ne contenait pas de fer métallique lorsqu'on l'avait pulvérisée dans un mortier d'agate.

La question se posait de nouveau pour la tantalite ainsi broyée à l'abri des appareils construits en fer.

I. D'abord la tantalite chauffée seule, au rouge, dans le vide, n'a pas donné trace d'hydrogène ni de vapeur d'eau. Le dégagement gazeux, très peu important, avait la composition suivante :

CO^2	84
Az	12,4
O	3,1
H	0

Le rapport des volumes des gaz oxygène et azote montre qu'ils sont les constituants de l'air emprisonné dans la poudre; le gaz carbonique provient des carbonates dont la tantalite est accompagnée en très faibles proportions. D'ailleurs, lorsque l'échantillon est aussi pur que possible, la quantité de ce dernier gaz devient imperceptible.

II. Lorsque la tantalite est traitée dans le vide par quatre fois son poids de potasse caustique séchée par fusion et placée dans une nacelle d'argent, un dégagement gazeux abondant se produit.

Il commence un peu avant la fusion de la potasse, mais il est surtout considérable après.

Nous avons trouvé les nombres suivants :

Hydrogène	93,2
Azote	4,6
Oxygène	1,2

Une certaine quantité de vapeur d'eau s'était produite. Le volume total des gaz dégagés a varié entre $11^{cm^3},5$ et $14^{cm^3},5$ par gramme de tantalite traitée.

III. Le minéral employé était une tantalite pure préalablement calcinée dans le vide. La potasse avait été desséchée par fusion prolongée dans un courant d'hydrogène sec. L'appareil consistait en un tube de verre d'Iéna protégé intérieurement de l'action de la potasse fondue projetée au moyen d'une gaine d'argent.

Quelle explication convenait-il de donner de la production de la vapeur d'eau et de celle de l'hydrogène dans l'action de la potasse sur la tantalite? Il nous a semblé qu'on pouvait admettre que la potasse se substituait au protoxyde de fer du minéral, puis que ce protoxyde de fer réduisait l'hydrate de potassium en donnant de l'eau, de l'hydrogène et du sesquioxyde de fer.

La réaction pourrait s'exprimer ainsi : [1]

$$2.Ta^2O^5FeO + 4KOH = 4.TaO^3K + Fe^2O^3 + H^2O + H^2.$$

Le fait de la réduction de la vapeur d'eau par le protoxyde de fer est connu. M. Moissan l'a établi, il y a longtemps (voir *Traité de Chimie minérale* de H. Moissan, t. IV, p. 340 et *Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. XXI, 1880, p. 199). Nous avons d'ailleurs fait une expérience pour appuyer cette conclusion d'une preuve nouvelle.

Nous avons traité de l'isérine (1 p.) dont la constitution peut être considérée comme formée d'un mélange de titanate de protoxyde de fer et de fer oligiste, par la potasse (6 p.), dans le vide, dans un tube de verre de Bohême doublé d'argent, à une température élevée.

Nous avons obtenu la réaction exprimée par l'équation suivante :

$$2.TiO^2FeO + 4KOH = 2TiO^3K^2 + Fe^2O^3 + H^2O + H^2$$

L'analogie est donc évidente, et il est démontré que les gaz observés sont dus non à la tantalite elle-même, mais à sa fonction de sel de protoxyde.

(1) La formule simple que nous indiquons pour le tantalate alcalin formé signifie seulement que nous admettons la combinaison de l'acide tantalique et de la potasse.

CHIMIE MINÉRALE. — *Contribution à l'étude du sélénium.* Note de M. **Œchsner de Coninck**, présentée par M. H. Moissan.

Lorsqu'on réduit l'acide sélénieux au moyen d'une solution de glucose, il y a production de sélénium rouge brique, amorphe. Cette variété de sélénium, dont j'ai étudié les propriétés, se dissout peu à peu dans l'acide sulfurique concentré, en formant du sulfoxyde de sélénium, $Se\,SO^3$.

Le sulfoxyde laisse déposer au bout d'un certain temps du sélénium à l'état de liberté :

$$Se\,SO^3 + H^2O = Se + SO^4H^2.$$

Le sélénium qui se dépose dans ces conditions diffère par les caractères suivants du sélénium primitivement employé :

1° Il est brun, tantôt clair, tantôt foncé; 2° il n'est pas devenu fluorescent, même temporairement, par exposition à la lumière diffuse; 3° il ne s'est pas aggloméré à la longue, et ne s'est pas transformé en masse visqueuse adhérente au verre du ballon; 4° au contact du sulfure de carbone, il n'a pas subi de transformation dans son état physique; 5° il ne s'est que très faiblement dissous, à la longue, dans ce solvant; 6° exposé à la lumière solaire, il ne s'est que très lentement et très progressivement transformé en sélénium noir amorphe et pulvérulent.

En résumé, le sélénium qui s'est séparé du sulfoxyde paraît constituer une variété stable; il est intéressant de remarquer que le sélénium qui était entré, sous une certaine forme physique, dans la combinaison $Se\,SO^3$, en est sorti sous une forme différente.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la chloruration de la paraldéhyde et sur le chloral butyrique.* Note de M. **P. Freundler**, présentée par M. H. Moissan.

La chloruration de la paraldéhyde a été étudiée d'une façon complète par M. Pinner [1]; cet auteur a signalé notamment la formation, dans cette réaction, du chloral butyrique $CH^3.CHCl.CCl^2.CHO$, qui constitue la majeure partie du produit obtenu. Ce chloral prendrait naissance par suite

[1] Pinner, *Ann. Chem.*, t. CLVIII, p. 41; t. CLXXIX, p. 24.

d'une chloruration incomplète de l'aldéhyde; l'aldéhyde chloracétique formée se condenserait ensuite avec l'excès d'aldéhyde acétique :

$$CH^3.CHO + CH^2Cl.CHO = CH^3.CH = CCl.CHO + H^2O,$$

puis l'aldéhyde α-chlorocrotonique provenant de cette condensation fixerait une molécule de chlore pour donner du chloral butyrique :

$$CH^3.CH = CCl.CHO + Cl^2 = CH^3.CHCl.CCl^2.CHO.$$

Ces résultats diffèrent tellement de ceux que m'a fournis la bromuration de la paraldéhyde [1], que j'ai été conduit à répéter les expériences de M. Pinner. J'ai dû toutefois reconnaître l'exactitude des conclusions de ce dernier auteur, tout en me rendant compte, d'ailleurs, des causes de la différence d'action du brome et du chlore sur la paraldéhyde.

En effet, la chloruration ne s'effectue d'une façon appréciable qu'à la température ordinaire, c'est-à-dire dans des conditions dans lesquelles l'aldéhyde acétique et l'aldéhyde chloracétique se condensent sous l'influence de l'acide chlorhydrique pour former de l'aldéhyde α-chlorocrotonique. D'autre part, l'aldéhyde chloracétique elle-même ne se crotonise que très faiblement dans les conditions actuelles et même à chaud. Il en résulte qu'aussitôt formée cette dernière réagit sur l'excès d'aldéhyde acétique, l'aldéhyde crotonique chlorée fixant ensuite une molécule de chlore pour donner du chloral butyrique. Cette condensation primaire est d'ailleurs limitée; j'ai pu, en effet, obtenir une quantité assez forte de monochloracétal en traitant le produit brut de la chloruration par de l'alcool absolu.

Au contraire, la bromuration de la paraldéhyde peut se faire presque intégralement à 0°, c'est-à-dire à une température inférieure à celle de la crotonisation; de plus l'aldéhyde bromacétique se condense déjà avec elle-même à 15°, en présence de la grande quantité d'acide bromhydrique formé, de sorte qu'il se forme surtout de l'aldéhyde α-γ-dibromocrotonique, laquelle fixe ensuite une molécule de brome pour donner de l'aldéhyde tétrabromobutyrique (*loc. cit.*) :

$$CH^2Br.CHO + CH^2Br.CHO = CH^2Br.CH = CBr.CHO + H^2O,$$
$$CH^2Br.CH = CBr.CHO + Br^2 = CH^2Br.CHBr.CBr^2.CHO.$$

La constitution du chloral butyrique a d'ailleurs été établie d'une façon indiscutable par M. Lieben [2] et les quelques réactions nouvelles auxquelles j'ai soumis ce composé ne peuvent qu'en confirmer la formule.

Je me bornerai dans cette Note à montrer que le chloral butyrique, ou

(1) FREUNDLER, *Comptes rendus*, t. CXL, p. 1693.

(2) LIEBEN, LEISEL, *Mon. für Chemie*, t. IV, p. 533.

plutôt son hydrate, se comporte comme une sorte d'acide bibasique; on pourrait en dire autant des hydrates de chloral et de bromal.

La formation extrêmement exothermique des alcoolates de chloral, de bromal et de chloral butyrique est, en effet, comparable à celle des éthers-acides des acides polybasiques. Or, de même qu'on transforme ces éthers-acides en éthers neutres par l'action d'un déshydratant (gaz chlorhydrique) en présence d'un excès d'alcool, de même on peut passer de l'alcoolate du chloral butyrique, qui se forme par union directe des composants, à l'acétal complet, en saturant d'acide chlorhydrique sec la solution alcoolique *bouillante* de l'alcoolate. On obtient ainsi l'*acétal trichlorobutyrique*

$$CH^3.CHCl.CCl^2.CH(OC^2H^5)^2$$

sous la forme d'un liquide bouillant à 122°-124° sous 20^{mm}-21^{mm}.

Cette propriété fonctionnelle des oxhydryles de l'hydrate se manifeste d'une façon encore plus singulière, lorsqu'on soumet à un traitement analogue la combinaison du chloral butyrique avec l'acétamide $CH^3.CHCl.CCl^2.CH\genfrac{<}{}{0pt}{}{OH}{AzH.CO.CH^3}$.

On obtient, en effet, dans les mêmes conditions que précédemment, une sorte d'*éther éthylique* de la combinaison en question. Cet éther ne peut avoir que la formule $CH^3.CHCl.CCl^2.CH\genfrac{<}{}{0pt}{}{OC^2H^5}{AzH.CO.CH^3}$; car, lorqu'on l'hydrolyse par l'acide sulfurique dilué, on obtient le chloral primitif, de l'alcool et de l'ammoniaque, mais pas d'éthylamine. Ce singulier composé bout sans décomposition à 163°-164° sous 15^{mm}-16^{mm}, et il cristallise dans un mélange de benzène et de ligroïne en beaux prismes fusibles à 86°.

J'ajouterai, à propos de ces combinaisons de chloral butyrique et d'amides, qu'il ne m'a pas été possible de retrouver l'isomérie particulière signalée à leur sujet par M. R. Schiff [1]. Je n'ai jamais obtenu, avec l'acétamide et avec la benzamide, qu'un seul composé défini dans chaque cas; le dérivé de l'*acétamide* fond à 206°-208° (et non à 170°) et celui de la *benzamide* à 176°-178° (et non à 148°).

Le chloral et le bromal semblent pouvoir être acétalisés comme le chloral butyrique. Ces divers acétals me permettront, j'espère, d'effectuer des synthèses intéressantes.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Migration phénylique; structure à valences pendantes des composés intermédiaires.* Note de M. Tiffeneau, présentée par M. Haller.

La parfaite concordance des résultats que j'ai obtenus avec tous les carbures de formule générale $ArC(R)=CHR'$ et $ArCH=CRR'$ m'a

(1) R. Schiff, *Ber.*, t. XXV, p. 1690.

permis dans une Note précédente (*Comptes rendus*, t. CXLIII, p. 649) d'établir le mode de fixation ([1]) de l'acide hypoiodeux sur ces carbures et de souligner les particularités de l'élimination de HI par action de NO^3Ag sur les iodhydrines résultantes.

Il me restait à essayer d'interpréter le mécanisme des migrations phényliques observées au cours de ces réactions en cherchant à déterminer la structure des composés instables intermédiairement formés.

J'avais songé tout d'abord (*Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 1505, t. CXXXVII, p. 989) à envisager ces composés comme des *oxydes d'éthylène instables* dont l'isomérisation s'accompagnerait de migrations du groupe aromatique,

$$R(Ar)C(OH)-CHIR' \rightarrow R(Ar)\underset{\diagdown O \diagup}{C-CH}-R' \rightarrow R-CO-CH(Ar)-R'$$

Or je suis parvenu, soit seul (*Comptes rendus*, t. CXL, p. 1458), soit en collaboration avec M. Fourneau (*Comptes rendus*, t. CXL, p. 1595), à isoler les oxydes d'éthylènes correspondant à ces formules ; ils distillent tous dans le vide sans altération, quelques-uns même à la pression ordinaire et leur isomérisation s'effectue *sans migration du groupe aromatique.*

$$CH^3(C^6H^5)\underset{\diagdown O \diagup}{C-CH^2} \rightarrow CH^3(C^6H^5)CH-CHO$$

$$C^6H^5-\underset{\diagdown O \diagup}{CH-CH}-CH^3 \rightarrow C^6H^5-CH^2-CO-CH^3$$

Une autre solution simple consistait à envisager la formation intermédiaire de composés homologues de l'alcool vinylique de M. Berthelot ([2]),

([1]) Ce n'est que pour les iodhydrines suivantes : $C^6H^5-CHOH-CH^2I$, $C^6H^5-CHOH-CHI-CH^3$ et $C^6H^5(CH^3)C(OH)-CH^2I$, que j'ai pu démontrer rigoureusement la place de l'oxhydrile en transformant ces composés en acétoiodhydrines qui, réduites par le zinc et l'acide acétique, fournissent les acétates des alcools $C^6H^5-CHOH-CH^3$, $C^6H^5-CHOH-CH^2-CH^3$, $C^6H^5(CH^3)-C(OH)-CH^3$, qui ont été identifiés avec les composés synthétiques ; pour les autres iodhydrines, je me suis fondé pour adopter les mêmes formules sur l'analogie de structure des carbures initiaux et des aldéhydes ou cétones finales.

([2]) Berthelot, *Bull. Soc. chim. Paris*, t. XXVII, p. 540.

lesquels constitueraient une classe spéciale d'alcools vinyliques tertiaires

$$C^6H^5-CHOH-CHI-CH^3 \rightarrow C^6H^5C(OH)=CH-CH^3.$$

Malheureusement il était impossible de faire entrer dans ce cadre les dérivés qui sont bisubstitués du côté de l'oxhydrile, tels que

$$R(Ar)C(OH)-CH^2I \quad \text{et} \quad R(Ar)C(OH)-CHI-CH^3;$$

on voit, en effet, qu'il ne peut pas y avoir d'alcools vinyliques correspondant à ces iodhydrines; il fallait donc nécessairement admettre que, chez ces composés et particulièrement chez les iodhydrines $R(Ar)C(OH)-CH^2I$, l'élimination de HI provoque la formation d'un composé instable *à valences pendantes* tel que $R(Ar)C(OH)-\underset{\parallel}{C}H$.

Cette hypothèse était d'autant plus tentante qu'elle faisait de la migration phénylique une migration nécessaire, puisque, pour suppléer aux deux valences pendantes, la seule migration de l'hydrogène oxhydrilique n'était plus suffisante comme dans le cas des alcools vinyliques.

De plus, appliquée aux cas des iodhydrines dérivées du styrolène et du phénylpropylène, cette formule à valences pendantes démontrait également d'une façon frappante la nécessité de la migration phénylique

$$C^6H^5-CHOH-\underset{\parallel}{C}H \rightarrow CHO-CH^2-C^6H^5,$$

$$C^6H^5-CHOH-\underset{\parallel}{C}-CH^3 \rightarrow CHO-CH(C^6H^5)-CH^3.$$

Plusieurs faits s'opposent cependant à cette interprétation si séduisante :

1° L'iodhydrine du phénylméthylpropylène $C^6H^5-CHOH-CI(CH^3)^2$ qui se transforme par NO^3Ag en $CHO-C(CH^3)^2C^6H^5$ ne peut fournir intermédiairement de composé ayant deux valences pendantes sur le même carbone;

2° Le glycol $C^6H^5-CHOH-C(OH)(CH^3)C^6H^5$ qui conduit à l'aldéhyde [1] $CH^3(C^6H^5)^2C-CHO$ ne peut pas donner d'autre composé intermédiaire que $C^6H^5-C(OH)=C(CH^3)C^6H^5$;

3° Le composé magnésien $CH^3(C^6H^5)C(OMgBr)CH^2Cl$ se transforme comme l'iodhydrine correspondante $CH^3(C^6H^5)C(OH)-CH^2I$ en phénylacétone $CH^3-CO-CH^2-C^6H^5$; or, il semble bien difficile d'admettre que ce dérivé magnésien passe par la forme intermédiaire à valences pendantes $CH^3(C^6H^5)C(OH)-CH=$.

---

(1) TIFFENEAU et DORLENCOURT, *Comptes rendus*, t. CXLIII, p. 126. Note rectificative : *Comptes rendus*, t. CXLIII, p. 651.

En présence de ces faits contradictoires je me suis décidé à revenir, tout au moins pour les trois cas ci-dessus, à la formule

$$\begin{array}{l} R(Ar)\,C - CH - R', \\ \quad\quad\;\; | \quad\;\; | \\ \quad\quad\;\; O \\ \quad\quad\;\; | \end{array}$$

formule qui, au moment précis où vient de se produire l'arrachement de l'hydracide à une halohydrine, exprime la structure du composé incomplet transitoirement formé.

Toutefois, on voit qu'on est ainsi logiquement conduit à interpréter par une même formule plane deux phénomènes aussi distincts que la transformation des halohydrines en oxydes d'éthylène sans migration et leur transformation en aldéhydes ou cétones avec migration.

On est dès lors conduit à admettre qu'il s'agit là de deux orientations inverses de la valence pendante de l'oxygène. Orientée vers le carbone voisin, elle sature la valence pendante de ce dernier pour donner des oxydes d'éthylène; orientée en sens inverse sous l'influence d'un arrachement brusque de HI, H^2O ou MgX^2 et grâce à l'action sensibilisatrice du radical phényle, la valence pendante de l'oxygène vient se fixer sur le carbone auquel cet oxygène était déjà attaché, prenant ainsi la place du phényle (Ar) qui émigre vers le carbone voisin.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Étude sur la formule de constitution de quelques diméthylanthracènes.* Note de M. **James Lavaux**, présentée par M. Haller.

J'ai indiqué précédemment que, dans l'action du chlorure de méthylène (CH^2Cl^2) sur le toluène, en présence du chlorure d'aluminium, il se forme trois diméthylanthracènes que j'ai appelés provisoirement A, B, C et que les corps A et B, dont le mélange constitue le produit principal, s'obtiennent aussi quand on fait agir le tétrabromure d'acétylène, à la place du chlorure de méthylène. J'ai montré depuis (*Comptes rendus*, t. CXLI, p. 354) que le diméthylanthracène B est identique à un corps décrit par Anschütz et, me basant sur des expériences de ce savant, j'ai pu en établir la formule de constitution, qui est celle du 2.7-diméthylanthracène. Dans le but de contrôler ces déductions d'expériences faites par un autre, j'ai effectué les essais suivants :

1° J'ai oxydé le B diméthylanthracène d'abord en diméthylanthraquinone, puis en

acide méthylanthraquinone-carbonique, que j'ai réduit en acide méthylanthracène-carbonique, par le zinc et l'ammoniaque; enfin j'ai distillé ce corps avec de la chaux sodée, qui, enlevant CO^2, m'a donné le β-méthylanthracène. Ce corps a été identifié par son point de fusion et celui de sa quinone, qui mélangée à de la β-méthylanthraquinone n'en change pas le point de fusion. L'un des méthyles au moins est donc en position β, c'est-à-dire en 2 ou en 7.

2° Par une oxydation plus complète encore, j'ai obtenu un acide anthraquinone-dicarbonique et j'ai essayé de le scinder, vers 260°, sous l'influence de la potasse fondue, qui dédouble l'anthraquinone ordinaire en 2^{mol} d'acide benzoïque. Quoique très lente, la réaction a lieu. Pour le 2.7-diméthylanthracène, elle peut se faire d'après les schémas (1) et (2), qui tous deux donnent les mêmes produits, par suite de la symétrie

(1).

(2).

des positions 2 et 7. On voit qu'il ne peut se former qu'un mélange d'acides méta et para phtaliques, en quantités égales, et pas d'ortho qui nécessiterait une position α pour l'un des groupes CO^2H. Le résultat du dédoublement a bien été conforme à ces conséquences de la constitution 2.7 admise par moi pour le carbure B, car j'ai bien obtenu un mélange d'acides méta et para phtaliques, sans acide ortho.

Ceci seul suffirait à établir la constitution de ce corps. En effet, parmi les six diméthylanthracènes possibles, possédant un groupe méthyle dans chaque noyau, comme mes carbures, il n'y a que le 2.7 et le 2.6 qui puissent conduire à un mélange d'acides méta et para phtaliques. Or, l'isomère 2.6 est connu, il a été isolé par Dewar et Jones, et ne saurait être confondu avec le corps B, qui ne peut donc être que 2.7.

Après cette confirmation de la constitution du carbure B, j'ai entrepris un travail identique pour le carbure A.

1° Formation d'un acide méthylanthraquinone-carbonique et réduction en acide méthylanthracène-carbonique, puis distillation de ce corps avec la chaux sodée. J'ai encore obtenu ici le β-méthylanthracène, caractérisé comme précédemment, montrant que le carbure A possède, comme B, un méthyle en position β.

2° En fondant avec la potasse et maintenant à 260° pendant 13 jours (de 24 heures) l'acide anthraquinone-dicarbonique, provenant du carbure A, je suis parvenu à le scinder en un mélange d'acides ortho, méta et para phtaliques. Le seul fait de la présence de l'acide ortho montre qu'il existait aussi, dans le composé A, un méthyle en position α dans un noyau, l'autre étant en β, dans le second nécessairement.

Il n'y a que les isomères 1.6 et 1.7 qui répondent à ces conditions et

l'on voit qu'ils peuvent tous deux donner naissance, par fusion avec la potasse, aux trois acides phtaliques en se scindant à la fois suivant les schémas (1) et (2).

Isomère 1.6. — *Dédoublement en un mélange d'acides ortho, méta et para.*

(1).
Acides ortho et méta.

(2).
Acides méta et para.

Isomère 1.7. — *Dédoublement en un mélange d'acides ortho, méta et para.*

(1).
Acides ortho et para.

(2).
Acide méta.

Ainsi, à ne tenir compte que des résultats précédents, on ne peut hésiter pour le carbure A qu'entre les deux formules 1.6 et 1.7. Mais en étudiant de près la réaction du chlorure de méthylène sur le toluène, on est amené à considérer comme tout à fait probable la formule 1.6 et comme très invraisemblable la formule 1.7.

En effet, dans cette réaction, le carbure anthracénique est, comme je l'ai établi (*Comptes rendus*, t. CXXXIX, p. 976), un terme final, auquel on arrive par une série d'intermédiaires, dont l'étude peut renseigner sur sa constitution. Il se forme d'abord du ditolylméthane, qui, par une nouvelle molécule de CH^2Cl^2, se transforme en hydrure anthracénique, puis celui-ci en anthracène.

L'étude du ditolylméthane, bien qu'elle soit incomplète encore, m'a conduit à l'envisager comme étant un mélange de deux isomères, le dérivé bi-méta surtout, avec une certaine quantité de bi-para, plutôt que comme un corps unique méta d'un côté, para de l'autre. Des recherches sont en

cours pour mettre hors de doute ce point de moins en moins probable.

D'ailleurs, un ditolylméthane méta-para pourrait donner naissance à deux diméthylanthracènes seulement, les dérivés 1.7 et 2.6. Le carbure A ne pourrait donc être le produit 1.7 qu'à condition que le carbure B fût le 2.6, corps connu. Or il ne l'est pas; il est l'isomère 2.7 dont on ne concevrait pas alors la formation, pas plus que celle du troisième diméthylanthracène C qui peut encore moins être confondu avec le 2.6. On voit là une grande improbabilité de la structure méta-para du ditolylméthane.

Au contraire, le bi-méta-ditolylméthane soit seul, soit mélangé de dérivé bi-para, comme ce serait le cas ici, peut donner naissance à trois dérivés anthracéniques diméthylés 2.7, 1.6 et 1.8. Le ditolylméthane bi-para, ne pouvant donner que l'anthracène 2.7, ne fera qu'augmenter sa proportion, sans rien changer qualitativement.

Or je trouve trois diméthylanthracènes : B, qui est le 2.7; A, pour lequel on devrait dès lors choisir la formule 1.6 de préférence à 1.7, dont on ne saurait expliquer la formation, et enfin C, qui pourrait être le dérivé 1.8, mais dont je n'ai eu jusqu'ici que des quantités trop faibles pour tenter quelques vérifications.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la toxicité de quelques terres rares; leur action sur diverses fermentations.* Note de M. **Alexandre Hébert**, présentée par M. Armand Gautier.

Les principales terres rares et leurs composés ont été étudiés, jusqu'ici, au point de vue de leurs propriétés physiques et chimiques; mais il n'y a eu que peu ou pas de recherches biologiques faites avec ces mêmes corps. Nous avons pensé à combler cette lacune en opérant d'abord sur les terres rares les plus répandues et les plus faciles à obtenir pures et nous les avons employées à l'état de sulfates qui sont, parmi leurs sels, les mieux définis. Nous avons exécuté nos recherches avec les sulfates de thorium $SO^4Th, 8H^2O$; de cérium $SO^4Ce, 6H^2O$; de lanthane $(SO^4)^3La^2, 6H^2O$; et de zirconium $4SO^3.2ZrO^3, 15H^2O$.

I. Nous avons cherché à fixer la toxicité de ces sels en la comparant avec celle d'une solution de bichlorure de mercure et en expérimentant, d'une part, sur divers types d'animaux, cobayes, grenouilles et poissons; d'autre part, sur divers types de plantes : pois, blés et colza.

Tandis que le bichlorure de mercure, administré en injections sous-cutanées, amenait la mort après 24 heures, à la dose de 8^{mg} par kilogramme d'animal, pour les cobayes, et de 40^{mg} pour les grenouilles, les sulfates des terres rares citées, administrés de la même façon, ne produisaient aucun effet apparent, même aux doses de 160^{mg} par kilogramme d'animal. Les expériences sur les poissons ont été faites sur des vérons, en mettant ces animaux dans les solutions à essayer et en disposant comparativement un essai témoin avec de l'eau distillée et avec une solution minéralisée à la dose excessive de 5^{g} de sel marin par litre. Tandis que les vérons résistaient facilement pendant plus de 24 heures dans cette dernière solution ou dans l'eau distillée, il sont morts presque aussitôt dans le bichlorure de mercure à $\frac{1}{10000}$ et dans les solutions de sulfates des terres rares à la teneur de 0^{g},5 par litre. La toxicité de ces sels suit l'ordre ci-après : zirconium, thorium, cérium, lanthane, les premiers étant les plus nocifs. Elle est proportionnelle à la concentration de la solution de ces sels.

Pour les plantes, les graines germées au préalable dans l'eau distillée étaient ensuite transplantées dans des solutions à teneurs croissantes des sels mis à l'étude, en conservant dans tous les cas des témoins en culture dans l'eau distillée. Le bichlorure de mercure est toxique pour toutes ces plantes, même à la dilution de $\frac{1}{100000}$, tandis que les sulfates des terres rares ne sont nettement nocifs qu'à la dose de $\frac{5}{1000}$ pour tous les types de végétaux étudiés. La toxicité des terres rares suit le même ordre que pour les poissons.

II. Au sujet des organismes inférieurs et des ferments, nous avons essayé méthodiquement l'action de ces sels sur l'*Aspergillus niger,* sur la levure de bière et sur deux types de ferments solubles : la diastase de l'orge germée et l'émulsine, les cultures étaient faites dans les milieux et les conditions les plus favorables; un témoin était conservé dans tous les cas.

L'*Aspergillus niger* a été ensemencé sur liquide de Raulin, et les récoltes en étaient recueillies, séchées et pesées. La levure de bière a été cultivée dans une solution de glucose à 5 pour 100 et la quantité de glucose transformée était évaluée par perte de poids.

La diastase et l'émulsine étaient mises à agir respectivement sur l'empois d'amidon à 5 pour 100 et sur une solution d'amygdaline à 2 pour 100, et leur action était mesurée par le dosage du glucose formé dans le cas de la diastase, et par le développement de l'odeur d'acide cyanhydrique, dans le cas de l'émulsine.

Dans chacun des divers essais, on avait ajouté aux solutions des sulfates des terres rares en quantités correspondant aux doses de 0^{g},25, 0^{g},50, 1^{g}, 2^{g}, 5^{g} et 10^{g} par litre de liquide.

Ces diverses séries d'expériences ont donné, entre autres, les résultats consignés au Tableau ci-après :

Quantité de sel ajouté par litre.		*Aspergillus.* — Poids recueilli.	Levure. — Glucose fermenté pour 100.	Diastase. — Amidon saccharifié pour 100.	Émulsine. — Acide cyanhydrique.
Témoin (pas de sels rares)		320^{mg}	93,8	43,5	Odeur forte.
Sulfate de thorium :	0^{g},25	360	6,1	42,8	Odeur faible.
	0,50	370	10,2	42,8	»
	1	350	4,0	9,5	»
	2	4	4,0	0,0	Traces.
	5	0	4,0	0,0	Odeur nulle.
	10	0	10,2	0,0	»
Sulfate de cérium :	0,25	310	93,8	53,7	Odeur forte.
	0,50	360	97,9	55,5	»
	1	350	97,9	51,9	»
	2	190	91,8	52,0	»
	5	180	97,9	54,5	»
	10	120	100,0	54,5	»
Sulfate de lanthane :	0,25	330	87,7	59,0	Odeur forte.
	0,50	340	87,7	59,0	»
	1	320	81,6	59,0	»
	2	360	93,8	59,0	»
	5	240	93,8	58,3	»
	10	230	87,7	60,7	»
Sulfate de zirconium :	0,25	330	81,6	5,5	Odeur faible.
	0,50	330	4,0	0,0	Odeur nulle.
	1	330	0,0	0,0	»
	2	320	6,1	0,0	»
	5	210	4,0	0,0	»
	10	0	4,0	0,0	»

Ces résultats montrent que les sulfates de thorium et de zirconium sont nocifs pour les organismes inférieurs, notamment pour la levure de bière et pour la diastase et l'émulsine, aux doses très faibles de 0^{g},5 ou de 1^{g} par litre; leur toxicité étant, sous ce rapport, comparable à celle du bichlorure de mercure.

Les sulfates de cérium et de lanthane ne paraissent pas avoir d'action sensible sur ces organismes, même aux teneurs élevées de 5^{g} ou de 10^{g} par litre.

Il y a lieu de rechercher si les propriétés que nous signalons pour les

sels des terres rares étudiées s'exercent aussi sur les ferments pathologiques; ce qui, en cas d'affirmative, permettrait de doter la Médecine et la Chirurgie de nouveaux agents antiseptiques précieux.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur une albumine extraite des œufs de poisson : comparaison avec la vitelline de l'œuf de poule.* Note de M. L. HUGOUNENQ, présentée par M. Armand Gautier.

Dans une Communication précédente (¹) j'ai donné le mode de préparation et les propriétés d'une albumine extraite des œufs d'un poisson (*Clupea Harengus*). J'ai désigné cette matière sous le nom de *clupéovine* et fait connaître quelques-uns des produits obtenus par l'hydrolyse de cette substance protéique sous l'influence de l'acide sulfurique dilué, porté à l'ébullition.

J'ai complété ces premières recherches et je suis maintenant en possession de quelques résultats d'ensemble.

Indépendamment de l'arginine, de l'histidine et de la lysine, la clupéovine fournit à l'hydrolyse : de la tyrosine, de la leucine, de l'acide aminovalérique, de l'alanine, de la sérine, de la phénylalanine, de l'acide aspartique. Je n'ai pas pu déceler avec certitude dans ces produits la présence du glycocolle et de l'acide glutamique, peut-être à cause de la petite quantité de clupéovine dont je disposais (320^g).

Il est intéressant de comparer ces résultats à ceux qu'on obtient par l'hydrolyse de la vitelline de l'œuf de poule, étudiée par nous ici même (²) et, plus récemment, par Abderhalden et Hunter (³).

D'après les travaux de ces auteurs et les miens, la vitelline fournit aussi : de l'arginine, de l'histidine, de la lysine, de la leucine, de la tyrosine, de l'alanine, de l'acide aspartique, de la phénylalanine, de la proline avec de petites quantités de glycocolle.

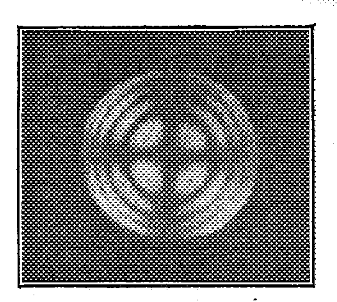
Chez l'oiseau et chez le poisson, l'albumine du vitellus est donc construite des mêmes matériaux, suivant des proportions comparables, sinon très voisines pour les deux espèces; les molécules semblent élaborées sur le même plan.

(¹) *Comptes rendus,* 25 avril 1904.
(²) *Comptes rendus,* 15 janvier 1906.
(³) *Zeistchr. f. physiol. Chem.,* t. XLVIII, 6 septembre 1906, p. 505.

Par contre, dans l'œuf de poule on relève des différences dans la molécule des corps protéiques constitutifs du blanc et du jaune. C'est ainsi que l'albumine du blanc d'œuf brut donne à l'hydrolyse plus d'arginine (2,14 pour 100) que la vitelline (1,0 pour 100); l'histidine, assez abondante parmi les produits de destruction de la vitelline (2,2 pour 100), ne paraît pas se former quand on décompose l'ovalbumine. Cette dernière fournit des composés azotés blancs, cristallins, en C^{10} et C^{11} que nous avons signalés dans une précédente Communication (¹).

CRISTALLOGRAPHIE. — *Sur les cristaux liquides d'oléate d'ammonium.* Note de M. Fred Wallerant, présentée par M. de Lapparent.

Si l'on comprime une parcelle d'oléate d'ammonium entre une lamelle de verre et un couvre-objet, on obtient une couche de matière trouble et présentant une polarisation d'agrégat; mais, si l'on détermine une trépidation par des chocs répétés avec une pointe d'aiguille, on voit la substance, sous l'influence des lames de verre, s'orienter et donner naissance à des plages, absolument transparentes, éteintes entre les nicols à 90° et montrant, en lumière convergente, la croix noire et les anneaux colorés



des cristaux uniaxes. Je donne ici une reproduction photographique de cette image, pour bien montrer qu'il n'y a aucune part laissée à l'interprétation. L'introduction d'un mica quart d'onde montre que ces cristaux sont positifs.

Mais le point le plus intéressant consiste en ce que, si l'on comprime la lame de façon à déterminer l'écoulement de la plage observée, l'image,

(¹) Hugounenq et Galimard, *Comptes rendus*, 23 juillet 1906.

vue en lumière convergente, ne subit aucune modification. Il résulte de là que l'action de la lame de verre est suffisamment énergique pour maintenir l'orientation pendant l'écoulement; en second lieu, comme il ne saurait être question de répartition réticulaire pendant l'écoulement, il faut bien admettre que les phénomènes optiques sont sous la seule dépendance de la particule complexe.

A un autre point de vue, il est intéressant de signaler que l'oléate d'ammonium présente quatre modifications polymorphiques : à une température un peu inférieure à 40°, les cristaux uniaxes, que nous venons de décrire, se transforment en cristaux biaxes négatifs, dont les axes optiques sont très voisins, la biréfringence élevée et la limpidité absolue; ils s'orientent généralement de façon que l'axe moyen soit perpendiculaire à la lamelle de verre. Sous l'influence du refroidissement, la biréfringence de ces cristaux diminue notablement, et ils se transforment en cristaux biaxes positifs, dont les axes optiques forment entre eux un angle dans l'air voisin de 60°. Il est à peine nécessaire de faire remarquer que cette modification ne s'obtient que par suite de la surfusion de la première modification biaxe, qui normalement devrait se transformer en la modification uniaxe.

Enfin une seconde modification instable se produit quand on fait cristalliser l'oléate soit par dissolution, soit par fusion : il se forme alors des cristaux en fuseaux trop petits pour se prêter à une étude optique, mais qui fondent un peu au-dessous de 30°, c'est-à-dire à une température inférieure à celle des autres modifications.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Actions indirectes de l'électricité sur la germination*. Note M. **Pierre Lesage**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Quand l'action de l'électricité s'exerce sur un milieu donné, elle peut y provoquer des modifications consécutives plus ou moins nombreuses où elle est directe pour une ou certaines de ces modifications et indirecte pour les autres. Ces dernières modifications prennent de moins en moins d'importance dans la part d'influence qui revient à l'électricité et, quand, en outre, elles peuvent être produites en dehors de toute intervention électrique, il semble superflu de les signaler. Cependant, je crois utile de noter les actions indirectes et leurs résultats, soit pour les éliminer ou les retenir dans des recherches ultérieures, les éliminer si elles sont sans avantage ou nuisibles, les retenir si elles sont avantageuses et si l'électricité les

produit mieux que tout autre agent; soit enfin pour discuter leurs rapports avec l'électricité afin d'en tirer la part qui revient à celle-ci quand le phénomène observé est une résultante.

Aussi bien, dans un grand nombre des recherches faites jusqu'à ce jour, je suis porté à croire que l'on a signalé surtout des actions indirectes ou des résultantes de la composition de ces actions et de l'action directe de l'électricité.

Voici quelques résultats de recherches personnelles :

Germination des spores de Penicillium *dans le champ électrique.* — Les spores étaient semées sur gélose et placées dans l'air humide et dans un champ moyen établi entre deux plaques conductrices ou entre deux tubes concentriques d'inégal diamètre, plaques ou tubes reliés aux deux pôles d'une bobine Ruhmkorff actionnée par des accumulateurs. Les distances et les dimensions des plaques ou des tubes étaient ménagées pour obtenir des champs moyens différents et n'avoir pas d'étincelle.

Dans toutes les expériences où j'ai trouvé des différences entre les cultures du champ et les témoins, la germination était retardée dans le champ. A quoi pouvait tenir le retard? Au champ ou aux produits de l'action du champ sur l'air. Ces produits, ozone et peroxyde d'azote, colorent en blanc le réactif idioamidonné; or, dans les expériences de contrôle, ce réactif s'est coloré en blanc dans les appareils où les spores ont très mal germé. D'autre part, en plaçant le *Penicillium* dans une atmosphère modifiée au préalable et plus ou moins chargée de ces mêmes produits, la germination était nulle ou subissait des retards proportionnés à la durée de la modification; dans aucun cas, cette germination n'était accélérée.

Les produits de l'action du champ sur l'air pouvaient donc déterminer le retard signalé dans les premières expériences, et le retard représenter le résultat d'une action indirecte de l'électricité. Cependant l'attitude de certaines cultures semblerait indiquer qu'il y avait autre chose qu'une action indirecte, Le phénomène observé serait-il une résultante? C'est ce que nous verrons plus tard [1].

---

[1] Dans le champ magnétique obtenu à l'aide de bobines et de noyaux divers, malgré les précautions prises pour avoir des températures sans différence appréciable au thermomètre avec celles des témoins, j'ai constaté plusieurs fois des résultats analogues qu'il faut rapporter, en dernière analyse, à de faibles variations de l'état hygrométrique $\frac{f}{F}$ des spores de ce champ.

Germination des graines soumises à l'électricité. — D'une manière générale, d'après les expériences de divers auteurs et mes expériences de vérification, les graines doivent être trempées au préalable; comme modes opératoires, ces graines sont soumises à l'action d'un courant continu ou d'un courant alternatif, d'un champ continu ou d'un champ moyen. Dans ces diverses conditions, le résultat observé peut être rapporté à plusieurs causes : actions directes du courant ou du champ, actions indirectes dues au trempage, aux produits de l'influence du courant ou du champ sur l'air ou le milieu en dehors des graines, à l'échauffement quand il se produit, etc.

Action du trempage. — Plusieurs séries d'expériences sur la durée du trempage préalable des graines m'ont amené à constater que cette durée influence assez les phénomènes pour renverser le sens des résultats obtenus dans le champ moyen, et que cet effet varie avec les graines. Là se trouve peut-être un renseignement utile pour expliquer les contradictions expérimentales relevées par quelques auteurs, et ce fait que, si la germination a été hâtée dans plusieurs cas de mes expériences, elle l'a été bien moins que le voudraient les conclusions d'autres chercheurs.

Influence des produits de l'action du champ sur l'air. — Nous avons déjà vu que, dans le champ, il y a production de corps qui bleuissent le réactif iodoamidonné (ozone et peroxyde d'azote), et que ces produits sont défavorables à la germination des spores. Récemment, MM. H. Micheels et P. de Heen (¹) viennent de montrer, dans la germination des graines, l'action défavorable de l'ozone sur les racines en particulier. D'autre part, la germination des graines dans le champ, indiquée par l'allongement de ces racines à leur sortie, a été accélérée dans plusieurs de mes expériences; il y aurait donc eu, dans ces cas, une action favorable et l'effet observé n'aurait été qu'une résultante.

Action de l'échauffement. — Par des ébouillantages et des étuvages sériés, j'ai obtenu des germinations accélérées ou retardées suivant la durée des opérations et la température à laquelle elles étaient faites. Ce sont là des variations que peut produire l'application de l'électricité quand celle-ci s'accompagne de variations de température.

TÉRATOLOGIE. — *Sur la structure histologique et le développement du tissu osseux chez les monstres ectroméliens.* Note de M. **J. Salmon**, présentée par M. Alfred Giard.

L'étude anatomo-histologique d'une importante série de monstres ectroméliens nouveau-nés m'a permis de déceler, dans l'évolution embryolo-

(¹) H. Micheels et P. de Heen, *Note au sujet de l'action de l'ozone sur les graines en germination* (*Bull. de l'Acad. roy. de Belgique*, n° 6, 1906). Résumé par H. Micheels dans *Botanisches Centralblatt*, 2 octobre 1906.

gique de ces monstres, des processus très variés auxquels il est difficile d'appliquer le terme vague d'arrêts de développement.

Déjà en 1905 ([1]), j'avais attiré l'attention sur la forme particulière des rudiments osseux et la disposition des muscles chez les phocomèles. Dans une Note plus récente ([2]), j'émettais l'hypothèse que la phocomélie résultait de processus pathologiques et tératologiques variés.

J'ai ensuite étendu mes recherches à de nombreuses variétés d'ectroméliens et j'ai pu saisir, au cours de leur évolution, divers processus tératologiques dont le rôle n'avait pas encore été signalé jusqu'ici dans la production de l'ectromélie.

Ces processus intéressent particulièrement l'ébauche précartilagineuse des os longs des membres. Ils provoquent la formation d'ébauches cartilagineuses anormales et, par suite, d'os morphologiquement anormaux. Mes documents ne sont pas encore suffisamment complets pour me permettre d'établir les relations de ces divers processus entre eux; aussi je me bornerai à signaler les phénomènes qu'il m'a été donné d'observer en les classant provisoirement dans l'ordre suivant :

a. Hétéroplasie ou *Différenciation anormale*. — Le tissu précartilagineux, au lieu de se transformer en cartilage, évolue vers une autre variété de tissu conjonctif, le tissu fibreux, par exemple, soit dans l'étendue entière d'une ébauche, soit dans une région limitée. Cette hétéroplasie peut être multiple, c'est-à-dire qu'une même région précartilagineuse peut donner en différents de ses points diverses variétés de tissus conjonctifs.

b. Dédoublement et fragmentation d'ébauches normalement simples. — L'ébauche cartilagineuse d'un os long, avant l'apparition du point primitif d'ossification, se dédouble ou se fragmente en plusieurs pièces. Ce processus paraît lié à un envahissement de certaines régions de l'ébauche par du tissu fibreux.

c. Absence de corrélation et de coordination dans l'apparition des points de chondrification. — Les points de chondrification, au lieu d'apparaître régulièrement à leur place habituelle, se soudent et se fusionnent diversement

---

([1]) J. SALMON, *Description d'un fœtus achondroplase. Particularités anatomiques communes aux achondroplases et aux monstres ectroméliens phocomèles* (*Bull. Soc. anthr.*, Paris, 1905). — J. SALMON, *Contribution à l'étude de la phocomélie* (Thèse, Lille, 1905).

([2]) M. CURTIS et J. SALMON, *Un nouveau cas de phocomélie avec étude histologique du système osseux* (*Compt. rend. Soc. biol.*, 23 juin 1906).

entre eux, en donnant lieu à des ébauches ayant les formes et les connexions les plus paradoxales.

Si donc l'on fait abstraction des cas relativement rares d'amputations congénitales, on peut émettre cette hypothèse : que les monstres ectroméliens représentent des variations squelettiques très diverses dans lesquelles l'arrêt de développement vrai ou arrêt de formation n'entre que pour une faible part.

PATHOLOGIE. — *Cytologie et pathogénie des kystes spermatiques.* Note de M. J. Sabrazès, présentée par M. Bouchard.

La pathogénie des kystes spermatiques reste des plus obscures, malgré la multiplicité des travaux auxquels elle a donné lieu; la nature de ces productions n'a pu être éclaircie par les recherches anatomo-pathologiques; les occasions d'examen sont d'ailleurs rares et l'ablation de la poche ne va pas sans quelques dommages pour son intégrité. L'étude des éléments histologiques en suspension dans le liquide du kyste nous donnerait-elle quelque indication ? Les observateurs qui s'y sont essayés déclarent n'avoir rencontré là que des spermatozoïdes.

Depuis plusieurs années notre attention s'est portée sur ce point. Ces liquides (nous en avons eu quatre à notre disposition, grâce à l'obligeance de MM. Lannelongue, Villar, Dubourg et Bitot, Chavannaz) centrifugés peu après la ponction, fournissent un dépôt dont les couches supérieures contiennent exclusivement des spermatozoïdes; mais au fond du tube on trouve des éléments cellulaires tout autres, très nombreux. Étudions-les entre lame et lamelle : il ne s'agit pas de cellules épithéliales. Ce sont des cellules isolées les unes des autres, ne se présentant jamais en placards, de forme ronde ou ovale, rarement allongées ou polyédriques, de volume extrêmement variable oscillant de 10^{μ} à 45^{μ}, contenant souvent des inclusions. A côté d'elles, on voit des spermatozoïdes, les uns assez mobiles, d'autres morts, d'autre agglutinés, d'autre dégénérés, tuméfiés, privés de leur queue. Faisons une coloration vitale au rouge neutre, au bleu de méthylène ou mieux au bleu polychrome en délayant une trace de ces colorants dans une goutte de liquide kystique que l'on monte entre lame et lamelle : ces cellules nous apparaissent alors soit comme de grands éléments mononucléés à protoplasma exubérant, très faiblement basophile ou même un peu acidophile, à noyau rond, clair, centré par un grain de chromatine, soit, plus rarement, comme de grands éléments lymphocytoïdes. A côté de ces cellules, on voit de nombreux spermatozoïdes intacts ou altérés. Beaucoup, parmi ces cellules, ont dans leur protoplasma des inclusions plus ou moins nombreuses (un ou deux gros corpuscules basophiles, de fines granulations du même ordre, des vacuoles, des granulations très réfringentes, des têtes de spermatozoïdes parfois en grand nombre, privées généralement de leur queue).

Laissons le bleu polychrome agir un certain temps sur la préparation lutée. Les têtes des spermatozoïdes, primitivement violacées, virent au vert pâle et l'on voit nettement que ce sont bien des têtes qui ont été englobées par le protoplasma des macrophages; elles sont tantôt de forme normale, tantôt globuleuses, tantôt rapetissées, tantôt muées en grumeaux rappelant les *tingible Körpers* de Flemming. On peut voir çà et là un ou deux spermatozoïdes inclus dont la queue persiste encore et émerge au dehors. A l'extérieur des cellules on rencontre à côté des spermatozoïdes intacts, des têtes détachées, gonflées, à protoplasma exubérant, à substance nucléaire pycnotique ou karyolytique, qui pourraient en imposer pour de petites cellules lymphoïdes en voie de désintégration.

Les macrophages dont nous venons de signaler la présence dans les liquides de kyste spermatique sont des cellules délicates et très vulnérables; un frottis maladroit les fait éclater et les rend méconnaissables. Étalons avec précaution, à l'aide d'une effilure de pipette, un peu de ce dépôt sur une lame, et fixons-le par l'alcool méthylique. Les colorations par la thionine picriquée, suivant notre procédé, d'une part, et par l'éosine-bleu de méthylène, d'autre part, montrent que, parmi ces cellules, il en est qui sont en mitose et même binucléées; leurs enclaves protoplasmiques ressortent clairement.

Ces cellules sont des macrophages analogues à ceux du tissu conjonctif, de la rate, des ganglions lymphatiques, des cavités séreuses; elles rappellent morphologiquement les cellules endothéliales desquamées du péritoine des cobayes ayant englobé les spermatozoïdes qu'on y a injectés, telles que El. Metchnikoff [1] les a figurées en 1899, ainsi que les images fournies par les liquides d'hydrocèle dans lesquels un peu de sperme s'est déversé à la suite d'une ponction ayant blessé les conduits séminifères.

Ces constatations n'ont pas seulement une certaine importance au point de vue du diagnostic des kystes spermatiques. Elles sont en faveur des conceptions pathogéniques suivantes:

1° Celle de Gosselin (épanchement traumatique de liquide séminal dans le tissu cellulaire ambiant, tassé en néomembrane kystique);

2° Celle de Poirier (ouverture du canal épididymaire dans une cavité séreuse préexistante résultant de la soudure et de l'enclavement, au niveau de la tête et de la queue de l'épididyme, des deux feuillets du cul-de-sac sous-épididymaire.)

Les spermatozoïdes contenus dans ces kystes y sont en grande partie immobiles et plus ou moins dégénérés et agglutinés; ils subissent l'assaut des macrophages émanés des parois, qui les résorbent en partie.

Ces phénomènes de résorption confèrent peut-être au liquide de ces kystes, comme dans l'expérience de Metchnikoff rappelée ci-dessus, des

---

(1) El. Metchnikoff, *Études sur la résorption des cellules* (*Annales de l'Inst. Pasteur*, n° 10, octobre 1899).

propriétés immobilisantes pour les spermatozoïdes. Il serait intéressant de vérifier sur des spermatozoïdes normaux et vivaces, l'action de ces liquides.

EMBRYOLOGIE. — *Le développement des polygenèses et la théorie de la concrescence.* Note de M. **Jan Tur**, présentée par M. Alfred Giard.

L'étude des polygenèses s'est pendant longtemps bornée à l'examen des monstres déjà définitivement formés, dont l'anatomie ne pouvait rien ou presque rien apprendre sur le mécanisme de leur ontogenèse. D'autre part, les polygenèses embryonnaires, étudiées par Baer, Allen Thomson, Panum, Gerlach, Klaussner et Dareste, à l'aide de méthodes très insuffisantes, ne fournissent aucune donnée importante sur ce sujet. C'est depuis dix ans seulement que l'étude des polygenèses embryonnaires, entreprise avec les ressources de la technique moderne, nous a fourni, malgré la rareté du matériel, des indications assez nombreuses pour qu'il soit désormais possible de songer à une embryogénie méthodique des monstres composés. Les recherches de Kaestner, Mitrophanow, Et. Rabaud, A. Banchi, T. Hoffmann, S. Wetzel et les miennes, ont montré les phases initiales, les plus décisives, de la duplicité et même triplicité embryonnaire. L'ensemble de tous ces travaux, *sans aucune exception,* nous a fourni des preuves indiscutables que les territoires et organes communs aux deux composants d'un système embryonnaire diplogénique naissent comme tels dès le début, *sous l'influence synergique* (Ét. Rabaud) (1) de deux (ou trois) centres formatifs. Ainsi la conception de la soudure ou concrescence, en tant que phénomène primitif et essentiel, déterminant la duplicité embryonnaire, doit être définitivement rayée des processus tératologiques.

Cependant la vieille doctrine de la « soudure » de deux ébauches primitivement indépendantes, de leur « pénétration réciproque et résorption », se trouve encore soutenue, même dans des Mémoires tératologiques récents. Ce malentendu, non justifié par l'état actuel de nos recherches, est dû à l'influence exercée par l'autorité de Dareste et aussi à des écrits de L. Blanc. Les arguments qui ont servi à ce tératologiste ont fait récemment l'objet d'une critique approfondie d'Ét. Rabaud (1), à laquelle je n'ai rien à ajouter, si ce n'est que, dans l'unique observation de L. Blanc relative à un

(1) Étienne Rabaud, *Études anatomiques sur les monstres composés. I. Chat monocéphalien déradelphe* (*Bull. de la Soc. philom.*, 1905).

embryon double de poulet, affecté d'une désintégration pathologique des protovertèbres, situées entre deux canaux médullaires, « ces deux lignes des protovertèbres étaient séparées par une bandelette de tissu encore plus dégénéré... » (*Monstres doubles splanchnodymes,* 1896, p. 8); alors les protovertèbres, destinées à se confondre, exerçaient une influence réciproque « simplifiante », même sans arriver à un contact immédiat; une vraie *action à distance,* à travers un tissu neutre, également en voie de désintégration morbide. Nous avons ici, évidemment, une confusion du fait tératologique de la duplicité avec un phénomène purement pathologique, surajouté accidentellement au premier.

A part cette observation unique et dont l'insuffisance est évidente, nous ne trouvons pas un seul fait embryologique démontrant l'existence d'une soudure et d'une « concentration » de deux embryons, comme d'un processus initial, d'une cause même de la duplicité. Vu les faits d'embryogénie des polygenèses que nous connaissons à l'heure actuelle, il serait impossible de dire à quel stade pourrait se produire une telle concrescence des germes? Car même dans les stades très jeunes, les organes qui se présentent comme communs, chez les adultes d'un type donné de polygenèse, apparaissent déjà comme tels, sans *aucune* trace d'une coalescence préalable. On a vérifié cela dans plusieurs cas, dans les stades divers et sur les diverses régions du système nerveux, du tube digestif, du cou, etc. Le même phénomène se constate pour les organes qui n'apparaissent que dans les stades relativement avancés, comme, par exemple, les ébauches des extrémités. En 1904, j'ai décrit [1] un embryon opodyme-hémipage d'un lézard de l'île de Java, *Mabuia multifasciata* Kuhl., d'un âge correspondant à celui de la fin de la première semaine du développement du poulet, c'est-à-dire où la formation des extrémités est assez accentuée. Cet embryon double possédait sur le côté dorsal l'ébauche d'un membre antérieur unique, « commun » aux deux composants. L'examen de cette ébauche commune à tout le système embryonnaire et située dans son plan de symétrie montre qu'elle était un peu plus volumineuse que l'ébauche d'une patte ordinaire dans ce stade, et dédoublée dans sa partie distale, mais que sa structure histologique relevait d'une simplicité originelle parfaite : c'était une ébauche, formée aux dépens du matériel commun aux deux composants. Pas la moindre trace d'une « soudure » quelconque ni de « résorption ». A ma connaissance, c'est le premier cas de ce genre décrit chez l'embryon.

Chez le même embryon double j'ai vu les ébauches des deux colonnes vertébrales s'unir entre elles par l'intermédiaire de tissu disposé entre les deux arcs vertébraux internes, et comme entraîné par ceux-ci dans la voie de la différenciation cartilagineuse. En outre, j'ai constaté, dans la région du rhombencéphale de ce monstre double, la communication de deux cavités des cerveaux juxtaposés sur une étendue restreinte. Cette communication est due, probablement, à une véritable soudure, laquelle doit être attribuée à un contact secondaire, constituant un processus accessoire et non primitif du développement diplogénique.

De la notion de la concrescence et concentration progressive des germes primitivement distincts, découle la notion d'une forme spéciale monstrueuse, que L. Blanc a

(1) *Travaux du Laboratoire zootomique de l'Université de Varsovie,* t. XXXIII.

désignée sous le nom de *splanchnodymie*. Cette classe nouvelle de monstruosité double, n'étant justifiée que par la théorie de la concrescence, doit être abandonnée avec celle-ci. Quant aux dédoublements des organes internes qui ont inspiré la formation de cette classe, ils trouveront son explication, dans quelques cas spéciaux au moins, dans les phénomènes de la *schistopoièse* (formation dissociée), dont Et. Rabaud a le premier signalé l'existence [1], et dont je viens d'étudier les premiers débuts embryonnaires [2]. La formation dissociée, intéressant les ébauches du système nerveux et les dérivées du mésoderme (protovertèbres, lames musculaires), était liée dans les cas de Ét. Rabaud et les miens, aux phénomènes de la *platyneurie* (cyclocéphalie, spina-bifida), qui représente un des modes de *formation diffuse*, processus dont le rapprochement avec les *formations surnuméraires* (polygenèses) est tout à fait impossible.

Ainsi donc, la théorie de la concrescence primitive, en tant que cause de la polygenèse, est à rejeter dans son ensemble, comme contraire à tous les faits connus de l'embryologie des monstres composés. Les soudures secondaires, que l'on peut parfois observer dans les embryons doubles, ne représentent qu'un phénomène accessoire, à signification limitée. Les parties et les organes communs aux composants d'un système embryonnaire polygénétique se différencient comme tels dès le début, suivant la résultante des actions combinées des foyers formatifs.

GÉOLOGIE. — *Sur la géologie du mont Ithôme en Messénie*. Note de M. Ph. Négris, présentée par M. Albert Gaudry.

Tout le monde est d'accord pour considérer les sommets de l'Ithôme comme formés par la série de calcaires lithographiques et jaspes des savants de l'Expédition scientifique de Morée (série d'Olonos de M. Philippson). Mais l'accord cesse sur la détermination des couches de la base. On lit dans l'*Expédition scientifique de Morée* (*Géologie*, p. 197) : « *Le mont Ithôme est formé à sa base de grès verts anciens et de jaspes bruns et verts* », puis à la page 185 : « *Le grès vert inférieur avec ses jaspes constitue les collines basses entre Saint-Basile, Vulcano* (*Ithôme*), etc. »

(1) Étienne Rabaud, *Un cas de dédoublement, observé chez l'embryon* (*Bibliographie anatomique*, fasc. 1, t. XI, 1902).

(2) Jan Tur, *Les débuts de la cyclocéphalie* (*platyneurie embryonnaire*) *et les formations dissociées*. Sous presse, pour paraître dans le *Bulletin de la Société philomathique*.

D'ailleurs, ces savants considéraient comme grès vert inférieur le conglomérat et les schistes avec nérinées du Palamède, dont l'âge a été définitivement fixé par M. Cayeux, comme Kimméridgien. D'après M. Philippson, d'autre part, le flysch *éocène* de l'ouest du Péloponèse s'enfonce sous les jaspes et calcaires lithographiques de la chaîne occidentale de la Messénie et reparaît à l'Est sous cette même formation à Ithôme.

Cette divergence d'opinion provient de ce que ces savants ont confondu deux formations complètement distinctes. En effet, en montant à l'Ithôme par la station de Tsepherimini, on marche d'abord sur le grès ancien des géologues français, présentant l'ondulation crétacée Nord-Est, que nous avons reconnue en Grèce (*Émersion crétacée en Grèce: Comptes rendus*, 27 novembre 1905). Ce grès est recouvert plus haut de calcaire semicristallin gris : les couches pliocènes reposent en discordance sur ces deux formations. Plus haut, apparaît du schiste, complètement froissé, sans stratification déterminable ici, mais surmonté, au nord du couvent Vulcano, de bancs réguliers de grès et de calcaire finement bréchoïde, surmontés de leur côté d'un banc de conglomérat, formé principalement de fragments de calcaire gris et fort différent de la masse puissante des conglomérats de l'Ouest. Cette série possède une orientation franchement Ouest-Nord-Ouest, complètement différente de l'orientation Nord-Est du grès inférieur du fond de la vallée. Elle est recouverte par les jaspes et calcaires lithographiques du sommet; mais plus loin, à l'est de Meligala, elle recouvre le calcaire crétacé éocène de Tripolitsa : elle appartient donc bien au flysch éocène de l'Ouest, et le conglomérat qui la surmonte et que l'on retrouve aussi ailleurs, et en particulier au nord de l'Ithôme, sur le sentier de Méligala à Kephalinou, doit répondre à l'émersion qui préparait le plissement pyrénéen.

Ainsi donc la base de l'Ithôme serait formée de grès ancien et calcaire, et au-dessus de flysch éocène, et toutes les opinions seraient conciliées.

La tectonique du Mont Ithôme n'est pas moins intéressante.

Nous venons de voir l'orientation pyrénéenne Ouest-Nord-Ouest croiser l'orientation crétacée Nord-Est. Au-dessus l'orientation pindique Nord-Nord-Ouest, miocène, domine dans la série supérieure de jaspes et calcaires lithographiques des sommets. Ce phénomène de l'indépendance des plis est fréquent en Grèce : à l'encontre des plis anciens par des plis nouveaux, il se produit des décollements des couches supérieures qui suivent souvent seules les nouveaux plis, tandis que plus loin les couches inférieures prennent aussi part au plissement : c'est ce qui arrive, par exemple, à Zerpissia, au nord de l'Ithôme, où les plis Ouest-Nord-Ouest et Nord-Nord-Ouest interfèrent entre eux sur les mêmes couches, tantôt brusquement, tantôt par déviation ménagée. On re-

trouve d'ailleurs cette déviation ménagée même sur l'Ithôme, où l'on observe au col, aussi bien qu'au nord de Mavromati, l'orientation Nord-Ouest, provenant de la déviation des plis Nord-Nord-Ouest contre les plis Ouest-Nord-Ouest. C'est même ce qui a fait dire aux savants de l'Expédition scientifique de Morée que la direction des couches à Ithôme est Nord-Ouest (*Géologie*, p. 197).

Mais le phénomène le plus intéressant au mont Ithôme est le renversement des couches, aussi bien à l'Ouest qu'à l'Est. Si l'on suit le sentier qui longe le mont Ithôme à l'Ouest, vers le Nord, on marche sur du grès qui est surmonté du côté de l'Ithôme par les jaspes et les calcaires du sommet, tandis que les mêmes couches se représentent au-dessous dans un ordre inverse du côté de l'Ouest. Il semble donc ici que les plis pindiques Nord-Nord-Ouest, contre l'obstacle offert par le pli pyrénéen Ouest-Nord-Ouest, que nous avons reconnu dans le massif, se soient renversés à l'Ouest.

La même disposition se présente sur le versant Est : le flysch est surmonté par les jaspes et les calcaires du sommet, et semble recouvrir les mêmes couches, les calcaires affleurant de nouveau à mi-côte. Ici on ne peut expliquer le renversement en sens contraire, c'est-à-dire vers l'Est, que grâce à la présence du pli crétacé Nord-Est que nous avons reconnu dans le grès inférieur : on retrouve en effet une certaine hésitation des plis supérieurs, à l'est du sommet, du Nord-Nord-Ouest vers le Nord-Sud et le Nord-Nord-Est, comme si les plis pindiques tendaient à se dévier vers le Nord-Est : et la direction déviée Nord-Nord-Est l'emporte bientôt vers l'Est, aux environs de Meligala.

Ainsi donc nous retrouvons contre le rocher de l'Ithôme le croisement de trois plissements : du plissement miocène Nord-Nord-Ouest, du plissement éocène Ouest-Nord-Ouest, du plissement crétacé Nord-Est dont j'ai déjà entretenu l'Académie (*Émersion crétacée en Grèce : Comptes rendus*, 27 novembre 1905). Je dois cependant corriger ici une erreur qui s'est glissée dans ce Mémoire. La direction Nord-Est que j'avais signalée sur le calcaire surmontant le grès contre la colline de la citadelle de Naupacte se rapporte non à cette colline, mais à celle de la citadelle antique de Soulé, plus à l'Est, à 2 heures de Naupacte, au delà du fleuve Morno. Cette direction Nord-Est se retrouve d'ailleurs à chaque pas sur le grès ancien de Soulé à Tricapha, interférant avec les plis plus récents pyrénéen et pindique.

GÉOLOGIE. — *Sur les dislocations de la bordure du Plateau Central, entre la Voulte et les Vans (Ardèche)*. Note de M. **Émile Haug**, présentée par M. Michel-Lévy.

Lorsqu'en 1904 M. Michel-Lévy, directeur du Service de la Carte géologique de France, voulut bien me confier l'étude de la bordure secondaire du Plateau Central sur la feuille de Privas, je m'attendais à pouvoir tirer

parti de mes recherches antérieures sur les failles du versant rhénan des Vosges et je pensais me trouver en mesure de faire entre les bordures des deux *horsts* d'utiles rapprochements. Dès mes premières courses dans l'Ardèche, mon attente se trouva déçue, et je constatai bientôt que j'avais à faire à un régime tectonique tout différent de celui qui caractérise le bord oriental des Vosges.

Je retrouvais, il est vrai, dans l'Ardèche, les failles en escalier, si fréquentes sur le bord des *horsts,* mais je ne rencontrais nulle part les lambeaux fragmentés qui jouent un rôle si important sur la périphérie des régions affaissées. D'autre part, j'observais en maints endroits des failles très inclinées, d'un type entièrement inconnu dans la vallée du Rhin.

J'ai eu l'occasion d'étudier, au cours de mes trois dernières campagnes, la bordure du Plateau Central depuis la Voulte au Nord, jusqu'aux Vans au Sud, c'est-à-dire sur une longueur d'environ 65^{km}. Sur tout ce parcours la limite du Plateau Central et des terrains jurassiques de la bordure est constituée par une faille très importante, souvent unique, que l'on peut suivre sans aucune interruption de la Voulte aux Vans, en passant par Privas, Aubenas, Uzer et Joyeuse. Cet accident avait été reconnu par plusieurs auteurs, sur diverses parties de son parcours, mais il n'avait pas encore fait l'objet d'une étude d'ensemble. Il met en contact les terrains cristallins et cristallophylliens du Plateau Central, ou le Trias qui les recouvre en discordance, ou encore le Lias, ou le Bajocien avec le Bathonien, le Callovien ou l'Oxfordien.

De la Voulte au col de l'Escrinet la direction de la faille est sensiblement OSO-ENE; du col de l'Escrinet aux Vans elle devient SSO-NNE. Sa trace sur la Carte est tantôt parfaitement rectiligne, tantôt extrêmement sinueuse. Cette particularité montre déjà que le plan de la faille est tantôt vertical, tantôt fortement incliné et l'observation directe vient confirmer cette conclusion.

Entre Saint-Étienne-de-Boulogne et la Chapelle-sous-Aubenas, la faille est presque rectiligne sur une longueur de 19^{km}; elle est à peu près verticale et présente un assez faible rejet, le Bajocien venant buter contre le Bathonien, ou le Lias supérieur contre le Callovien. Sur une partie de ce parcours la faille principale est d'ailleurs accompagnée d'autres failles qui lui sont plus ou moins parallèles et qui déterminent une descente en gradins depuis les hauteurs du Plateau Central jusqu'aux Gras jurassiques. Ailleurs cependant, comme, par exemple, entre Joyeuse et les Vans, le Trias et l'Oxfordien se trouvent souvent en contact immédiat.

La faille est fréquemment très oblique, voire même presque horizontale; il est évident que son intersection avec la surface du terrain décrit sur la Carte des angles rentrants au passage des vallées, des courbes convexes dans les intervalles. Il en est ainsi entre

la Voulte et Coux, où les marnes bathoniennes reposent directement sur les schistes métamorphiques anciens; entre Veyras et Saint-Étienne-de-Boulogne, où le Callovien et le Bathonien sont venus recouvrir le Lias supérieur ou le Trias; entre La Chapelle-sous-Aubenas et Joyeuse, où le Callovien peut être observé en superposition immédiate au Lias inférieur, moyen ou supérieur.

Tout se passe, à première vue, comme si les termes moyens du terrain jurassique reposaient en transgressivité sur les termes inférieurs, sur le Trias ou sur les schistes métamorphiques. Mais on n'observe jamais à la base de la série supérieure la moindre trace de conglomérats par lesquels débutent souvent les terrains transgressifs; la surface supérieure de la série inférieure ne présente pas davantage de surfaces ravinées, taraudées, telles qu'on les rencontre presque toujours dans les cas de lacune par absence de dépôt. La série supérieure débute tantôt par le Bathonien, tantôt par l'Oxfordien, représentés toujours par le facies vaseux à Céphalopodes. Il ne peut donc être question ici d'une transgression mésojurassique.

Il ne peut s'agir davantage d'un chevauchement dû à des poussées tangentielles ou d'une nappe de charriage, car on n'observe nulle part la moindre trace d'étirements ou de plissements. D'ailleurs, le passage graduel des parties de l'accident où la faille est oblique à des parties où elle est à peu près verticale est difficilement conciliable avec cette interprétation.

On pourrait songer plutôt à un simple affaissement de la bordure du Plateau Central sous l'action de la pesanteur, tel qu'il a certainement eu lieu sur le pourtour de nombreux *horsts;* mais le morcellement des compartiments effondrés serait plus considérable, la bordure secondaire prendrait l'aspect d'une véritable marquetterie, notamment dans l'angle rentrant du col de l'Escrinet, où l'on ne trouve rien de semblable. Les plongements ne présenteraient pas l'uniformité remarquable qui frappe l'observateur et l'on rencontrerait certainement par places, comme sur le bord des Vosges, des plongements dirigés en sens inverse, vers le massif ancien.

Si la bordure ne s'est pas affaissée, on doit admettre, par contre, que c'est le Plateau Central qui s'est soulevé. L'oscillation verticale qu'il aurait subie peut être rangée dans la catégorie des mouvements *épirogéniques,* qui peuvent affecter non seulement les continents, mais encore les aires de surélévation de moindre étendue. Lors du mouvement ascensionnel, des ruptures se sont produites sur la périphérie, donnant lieu tantôt à des

failles verticales, tantôt à des failles obliques avec superpositions simulant des transgressions. La bordure secondaire, du fait de poussées inégales, a subi des gauchissements et les couches rigides du Jurassique supérieur se sont rompues. C'est ainsi qu'ont pris naissance le champ de fractures de Chandolas, étudié par M. Cayeux, et celui que M. Kilian a décrit récemment entre Chomérac et le Pouzin.

Tous ces accidents sont antérieurs à la coulée de basalte du plateau des Coirons et semblent n'être que la répercussion de mouvements épirogéniques plus anciens, auxquels peuvent être attribuées les lacunes dans la série des dépôts jurassiques de l'Ardèche : lacune entre les calcaires de la zone à *Arietites Bucklandi* et les calcaires gréseux à *Zeilleria cornuta* (sommet du Lias moyen); lacune entre le Callovien (J^1) et l'Argovien (J^3) à Joyeuse, et en quelques autres points de la bordure.

GÉOLOGIE. — *Sur les terrains jurassiques de la Grèce.* Note de M. **Carl Renz**, transmise par M. Ch. Barrois.

L'existence du terrain jurassique en Grèce fut signalée par Portlock, dans l'île de Vido. Depuis, Partsch et von Zittel ont signalé divers gisements du Lias à Corfou, ainsi que Philippson et Steinmann dans la vallée de Vyros.

Nous avons établi de 1903 à 1906 que le Lias présentait en Grèce un grand développement et des zones multiples, dans l'Épire, l'Acarnanie (île de Kalamas), Ithaque, îles de Leukas et de Corfou. Nous avons reconnu dans ces régions les zones et les faunes suivantes :

Charmouthien. — Calcaire blanc, stratifié en gros bancs, devenant au sommet dolomitique et pyriteux. Il nous a fourni *Koninckodonta Geyeri* Bittner., *Spiriferi alpina* Oppel., *Waldheimia apenninica* Zittel, *Terebratula cerasulum* Zittel. Il appartient à la zone à *Terebratula aspasia* Monegh., si répandue dans les contrées méditerranéennes.

On devra un jour distinguer dans l'épaisse masse de ces calcaires l'existence du Sinémurien, dont la présence est indiquée par la découverte que nous avons faite à Corfou d'un *Stylophyllopsis*.

Toarcien. — Calcaires argileux et marnes rouges, très voyants, ou gris, jaunes, pyriteux, riches en fossiles bien conservés, Ammonites et *Posidonia Bronni* Volz.; les Ammonites se rencontrent parfois dans une brèche de calcaire blanc à ciment argileux. Ce sont : *Hildoceras bifrons* Brug., *H. Lewisoni* Simps., *H. Mercati* Hauer., *H.*

comense Buch., *H. Erbaense* Hauer., *H. quadratum* Haug, *Lillia Lilli* Hauer., *Harpoceras* (*Grammoceras*) *radians* Rein., *H. discoïdes* Zieten, *H. subplanatum* Oppel., *Cœloceras annulatum* Sow., *C. anguinum* Rein., *C. crassum* Phill., *C. Desplacei* Orb., *C. subarmatum* Young et Bird., *C. commune* Sow., *Phylloceras Nilssoni* Héb., *P. selinoïdes* Menegh., *P. Lysadœ* Menegh., *P. heterophyllum* Sow., *Lytoceras cornucopiæ* Young et Bird., *L. rubescens* Dumortier. Cette faune est celle de la zone à *H. bifrons,* telle qu'on l'observe dans les Apennins; elle affleure en nombre de points de l'ouest de la Grèce et dans l'Épire.

La ZONE A HARPOCERAS OPALINUM ne peut être séparée dans la région étudiée de l'horizon à *Harpoceras Murchisonœ;* elle est plus pauvre en fossiles que la précédente. Le meilleur gisement que nous en ayons rencontré est celui de Leukas, sur le versant méridional du Stavrotas et au nord de Kavalos. Nous y avons ramassé : *Dumortieria Dumortieri* Thioll., *D. evolutissima* Prinz., *D. insignisimilis* Brauns, *Hammatoceras Lorteti* Dum., *H. Alleoni* Dum., *H. procerinsigne* Vacek, *Erycites gonionotum* Benecke, *E. fallax* Benecke, *Sphæroceras polysabides* Waagen, *Cœloceras norma* Dum,, *C. modestum* Vacek, *Parkinsonia* (*Tmetoceras*) *scissa* Benecke, *P. Hollandœ* Buckm., *Phylloceras ultramontanum* Zittel, *Harpoceras* (*Grammoceras*) *fluitans* Dum., *H. Aalense* Zieten, *H.* (*Lioceras*) *opalinum* Rein., *H. opalinoïdes* Ch. Meyer, *H. Murchisonœ* Sow. Cette faune rappelle surtout celle du cap de San Vigilio, sur le lac de Garde.

Le calcaire qui renferme les Ammonites à Leukas est dur, d'un blanc éclatant, ou parfois rougeâtre. Ces fossiles se trouvent dans des brèches calcaires, à ciment argileux rouge, à Palœospita, dans l'île de Corfou, et dans des calcaires jaunâtres en plaquettes à surface noduleuse, au cap sud du monastère de San Giorgio (Epire).

Cette zone est surmontée par des argiles avec lits de silex à Posidonies, qui présentent dans l'ouest de la Grèce un grand développement et une grande uniformité, loin d'offrir les facies variables des niveaux précédents.

Nos observations ont donc considérablement étendu et précisé les connaissances acquises sur le Jurassique de la Grèce occidentale. La série est moins bien connue à l'est du pays, où elle fut découverte en Argolide, lors de l'expédition scientifique de Morée; elle a été étudiée depuis par Cayeux, par Philippson, qui apportèrent d'importantes contributions. J'y ai reconnu l'existence du Toarcien entre Limnæs et Angelokastron (Argolide), caractérisé par un *Phylloceras* du groupe de *Capitanei,* et *Ph. Nilssoni;* enfin le Kimméridien paraît représenté par un calcaire marneux à Dicératides, au nord de l'Asklepicion, sur le chemin d'Epidaure.

	Grèce occidentale.	Grèce orientale.
Tithonique		Zone de *H. Vasilios* avec *Ellipsactinia*.
Kimméridien		Calcaire à *Diceratides* de l'Asklepicion et conglomérats serpentineux à *Diceras arietinum* et *Nérinées* de Nauplie.
Dogger	Silex à Posidonies (*P. Buchi* et *P. Alpina ?*). Zone à *Harpoceras Murchisonæ*. Zone à *Harpoceras opalinum*.	
Toarcien...........	Zone à *Hild. bifrons*.	Zone à *Phylloceras* cf. *Nilssoni*.
Charmouthien......	Zone à *Tereb. cerasulum*.	
Sinémurien.........	Zone à *Stylophyllopsis* sp.	
Rhétien ?...........	Calcaire du Dachstein (probable).	Calcaire du Dachstein à *Megalodus* et *Thecosmilia*.

Dans le Péloponèse central ces étages sont représentés dans les chaînes cristallines métamorphiques.

GÉOLOGIE. — *Le substratum archéen du globe et le mécanisme des actions géodynamiques*. Note de M. E. Jourdy, transmise par M. Ch. Barrois.

Dans une Note précédente (¹) j'ai montré que les lignes directrices de la tectonique française pouvaient être utilisées pour la détermination de la forme d'un relief méridien du substratum dont la ligne de faîte mérite d'être appelée *l'axe tectonique de la France*.

Cette méthode peut s'étendre à d'autres contrées, car les géologues russes ont signalé des plissements dont les rebroussements permettent de définir de même un *axe tectonique de la Sibérie*, également méridien et à 90° de longitude du premier. Le long du bassin du Mississipi, ces phénomènes se répètent à 90° de longitude Ouest et le réseau serait sans doute complètement apparent si les méridiens aux environs de la longitude de 180° ne passaient pas uniquement sur les océans : en admettant celui du détroit de Behring comme l'axe hypothétique de l'ancien continent paci-

(1) E. Jourdy, *Esquisse tectonique du sol de la France* (*Comptes rendus*, 30 juillet 1906).

fique (¹), on constate que le réseau méridien du substratum archéen révèle quatre lignes directrices principales méridiennes qui se placent sur deux grands cercles perpendiculaires. Dans le quadrant de l'Eurasie qui est le seul suffisamment étudié, entre les axes tectoniques de la France et de la Sibérie, s'intercalent quatre faîtes et gouttières méridiens, à peu près également espacés, qui ont influencé les courbures et les rebroussements des lignes directrices de la couverture sédimentaire, de sorte que le réseau du substratum compterait ainsi vingt côtes méridiennes pour la surface entière du globe.

Les côtes tracées suivant les parallèles sont moins apparentes car elles sont généralement masquées par les plissements provenant des actions tangentielles ; on n'en relève que des amorces (Asturies, Bretagne, Pyrénées, Arkansas, géosynclinal de la Méditerranée, fosse centrale de l'Asie jusqu'au Gobi, etc.). Telle est la surface de la carapace du substratum sur laquelle se sont exercées les actions géodynamiques qui ont affecté la couverture sédimentaire.

Dans le sens des méridiens, les poussées tangentielles vers le Nord ont été constantes en Europe (plissements huronien, calédonien, hercynien, pyrénéo-alpin). En Asie, elles sont limitées à la portion paléozoïque de la couverture sédimentaire qui est apparente dans le nord et le centre de ce continent; dans le Sud et l'Est au contraire, les poussées de la partie supérieure de la couverture sédimentaire (tertiaire et en partie mésozoïque) sont dans le sens du Sud : dans les régions occidentales de ce continent le refoulement contre les massifs archéens a déterminé l'érection des chaînes de montagnes les plus élevées (Pamir, Himalaya), et dans la partie orientale, il se traduit par une guirlande d'arcs insulaires qui jalonnent le bord de la fosse de l'océan Pacifique, la plus profonde des fosses du globe. D'autre part, les géologues russes ont beaucoup insisté sur les phénomènes de *disjonction* qui sont très apparents à travers le continent asiatique, de la Sibérie à la Mandchourie, et qui sont caractérisés par l'intercalation d'épanchements basaltiques entre les chaînes archéennes et paléozoïques. Ce rapprochement semble de nature à évoquer l'idée d'un décollement de la partie supérieure de la couverture sédimentaire de l'Asie vers la fosse pacifique, centre puissant d'attraction par la simple action de la pesanteur.

Par analogie, l'explication de la poussée bien autrement générale de la couverture sédimentaire (totale pour l'Europe, partielle pour l'Asie) comporte l'existence d'une fosse plus constante et plus puissante. Or, la plus constante et la plus puissante des dépressions du globe est le pôle que la gravitation planétaire maintient, depuis l'origine des temps, à 20000^{m} plus près du centre du globe que la surface équatoriale, dépression permanente par conséquent et trois fois plus profonde que toute autre fosse existante. D'après cela, l'origine des poussées dans le sens du méridien ne serait autre chose que la *marche éternelle vers le pôle*. J'ai cru pouvoir rattacher à cette

(¹) E. Haug, *Les géosynclinaux et les aires continentales* (*Bulletin de la Société géologique de France,* 1900).

explication une théorie nouvelle pour le phénomène houiller, et confirmer celle de l'origine du *Magnétisme terrestre* déjà exposée par M. Marcel Bertrand (¹).

La poussée vers le Nord, appliquée aux déplacements des reliefs préexistants, justifie la forme actuelle de la Mésogée (²) dont une partie, disparue par aplatissement, est la Thétys et la partie restante, la Méditerranée.

Dans l'hémisphère austral, la poussée vers le pôle fournit une explication facile de la forme en pointes tournées vers le Sud, de ses masses continentales et de leurs presqu'îles.

La théorie de la poussée unilatérale de M. Suess paraît s'appliquer sans difficulté (dans chaque hémisphère pour son pôle) aux actions géodynamiques suivant les méridiens, mais il n'en est pas tout à fait de même pour les poussées suivant les parallèles.

Dans l'hémisphère austral, le déplacement des continents de 15° environ vers l'Est (Amérique du Sud, Afrique, Australie) est assez apparent pour avoir été signalé par les géographes et les géologues (³). Il correspond au déplacement des massifs archéens du substratum, le sens de ce mouvement, étant celui de la rotation du globe, semble en effet devoir scientifiquement commander l'action paralléliale. Il resterait à expliquer le mouvement dans le sens de l'Ouest qui, pour être plus superficiel, ne s'en impose pas moins comme le plus fréquent dans l'hémisphère boréal (la Sibérie, l'Oural, les Alpes occidentales, les Apalaches, les montagnes Rocheuses). J'ai présenté à ce sujet l'explication des *poussées inverses* que j'avais déjà invoquée dans la tectonique compliquée des Pyrénées, que les géologues américains ont aussi fréquemment employée dans celle des montagnes Rocheuses et qu'Élie de Beaumont avait pressentie (⁴). Il en résulterait, pour les reliefs du substratum, un profil en crémaillère dont la détermination complète ce que nous pouvons jusqu'à présent connaître de la figure de la Terre à l'aurore de sa période sédimentaire.

La considération des formes du substratum archéen fournit dorénavant à la tectonique une base positive qui lui faisait encore défaut.

(¹) MARCEL BERTRAND, *Sur la déformation de l'écorce terrestre* (*Comptes rendus*, 1892).

(²) H. DOUVILLÉ, *Sur la distribution des Rudistes, des Orbitolines et des Orbitoïdes* (*Bulletin de la Société géologique de France*, 1900).

(³) DE LAPPARENT, *Traité de Géologie*.

(⁴) ÉLIE DE BEAUMONT, *Notice sur les systèmes de montagnes*, 1852.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur l'arc tangent supérieurement au halo de 46°.* Note de M. **Louis Besson**, présentée par M. Mascart.

J'ai communiqué l'an dernier à l'Académie l'observation d'un arc irisé à 59° au-dessus de l'horizon, le Soleil se trouvant à 8° (*Comptes rendus*, 3 avril 1905).

Ainsi que l'a fait remarquer M. Pernter (*Comptes rendus*, 15 mai 1905), cette hauteur de 59° est précisément celle qu'indique la théorie de Bravais pour l'*arc* dit *tangent supérieurement au halo de* 46° ou *arc circumzénithal* avec une hauteur du Soleil de 8°.

Il est à noter que Bravais ne croyait pas que l'arc pût se montrer par Soleil si bas : « Il résulte, dit-il, de l'ensemble des observations, qu'il ne se montre jamais, dès que la hauteur du Soleil est inférieure à 12° ou supérieure à 31°. » (*Mémoire sur les Halos*, p. 97.)

A dater de mon observation du 26 mars 1905 je me suis attaché à surveiller, avec plus de soin encore, l'apparition du phénomène, toutes les fois que l'état du ciel était favorable. J'ai été assez heureux pour le voir trois fois : le 8 août 1905 (Soleil à 10°), le 10 mai 1906 (Soleil à 11°) et enfin le 29 octobre 1906 (Soleil à 5°).

Le halo du 29 octobre a été remarquable à plus d'un titre :

Le *cercle de* 22° a été visible continuellement à partir de $7^h 15^m$ du matin environ, généralement brillant et d'éclat uniforme dans toutes ses parties, dans un cirro-stratus persistant. Complet jusqu'à $2^h 20^m$ du soir, le cercle disparaît ensuite progressivement avec les débris du cirro-stratus qui se retire. Après 3^h, on n'en voit plus que le *sommet*, dont l'apparition est d'ailleurs rare et fugitive, dans des cirrus espacés.

L'*arc circumzénithal* est noté pour la première fois à $9^h 53^m$. Jusqu'à $10^h 27^m$, il reste constamment visible sans être accompagné des *parhélies*. L'apparition de ces derniers, entre $10^h 27^m$ et $10^h 42^m$, coïncide avec un affaiblissement marqué de l'arc circumzénithal, qui prend un vif éclat à $10^h 46^m$, alors que les parhélies ont cessé d'être visibles. Le parhélie gauche, plus brillant que le droit, offre, à $10^h 31^m$, la forme d'un accent aigu (ébauche d'arc de Lowitz).

A $11^h 7^m$, l'arc circumzénithal fait place au *cercle de* 46°, qui est encore visible par intermittence longtemps après midi.

Le *parhélie droit* se montre avec éclat, mais d'une façon très fugitive, à $2^h 20^m$ et à 3^h du soir ; à $3^h 33^m$, il reparaît et reste brillant jusqu'au coucher du Soleil.

Vers $2^h 25^m$, la partie supérieure du *cercle de* 46° se dessine nettement; vers $2^h 50^m$, l'arc latéral gauche de ce cercle offre des couleurs très pures. Il disparaît avec le cirro-stratus.

L'*arc circumzénithal* se montre à $3^h 14^m$ dans des cirrus séparés et dure jusque vers $3^h 23^m$. Il reparaît un instant à $3^h 54^m$ à l'état de petit arc sans courbure appréciable, puis de $4^h 3^m$ à $4^h 10^m$ sur le bleu du ciel; il est alors très long et peu large, coloré, quoique très pâle, et paraît bien parallèle à l'horizon.

A l'Observatoire municipal de Montsouris, j'ai pu effectuer, avec l'aide de M. Dutheil, un grand nombre de mesures angulaires sur les différentes parties de ce halo. Les hauteurs ont été mesurées à l'aide de l'instrument décrit dans ma Communication du 3 avril 1905 : il est gradué de 2° en 2° et l'on peut apprécier facilement le demi-degré. Je ne reproduis ici que les mesures qui concernent l'arc circumzénithal, en y joignant celles qui ont été faites par nous sur ce même arc depuis le 26 mars 1905, par hauteurs de Soleil inférieures à 14°.

Mesures de la hauteur de l'arc circumzénithal au-dessus de l'horizon.

Date.	Heure.	Phénomène.	Hauteur de l'arc. observée.	Hauteur de l'arc. théorique.	Hauteur du Soleil. observée.	Hauteur du Soleil. calculée.	Remarques.
	h m s		° ′	° ′	° ′	° ′	
1905. Août 8.....	6.17.30 s.		60. 0	59.49	10. 0	10.10	
1906. Mai 10.....	6. 2 s.		60	60.16	12	11.13	
1906. Juillet 8....	6.27 s.		60.30	61.18	13	13.20	
1906. Octobre 5..	4. 5 s.	vert	62	61.29	13	13.11	Toutes couleurs visibles, sauf violet. Amplitude = 90° environ.
		rouge	60.30	60.41			
1906. Octobre 13.	3.48.30 s.		60.30	61. 3	"	12.53	Amplitude = 50° environ.
	3.50.30 s.		60	60.54	"	12.35	
	3.51.30 s.		60	60.50	"	12.26	
	3.53 s.		59.30	60.44	"	12.13	
1906. Octobre 29.	9.54 m.	violet	71	70.50	23	23.24	Amplitude = 74°.
		rouge	69	68.27			
	10.15 m.	violet	73	72.47	25	24 57	
		rouge	70.30	70.17			
	10.46 m.	violet	75	75.20	26.30	26.40	
		vert	73.30	73.43			
		jaune	73	73.10			
		rouge	72	72.30			
	3.14 s.		60.30	60.54	12	12.35	
	3.19 s.	rouge	59.30	60. 5	11.30	11.58	
	3.21 s.	violet	62	61.43	11	11.41	
		jaune	61	60.23			
		rouge	59	59.57			
	4. 3 s.		58	58.28	"	5.50	
	4. 6.30 s.		58	58.21	"	5.20	
	4. 9 s.		58	58.17	"	4.59	

L'ensemble de ces mesures et particulièrement la variation graduelle de la hauteur de l'arc au-dessus du Soleil, le 29 octobre, apporte une confirmation nouvelle à la théorie de Bravais, qui semble bien être la vraie théorie générale du phénomène.

Enfin il résulte de nos observations que l'arc circumzénithal est beaucoup moins rare, par hauteur de Soleil inférieure à 12°, qu'on ne le croyait jusqu'à ce jour.

A 4 heures l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 29 octobre 1906.

Abrégé de Géologie, par A. de Lapparent, Membre de l'Institut; sixième édition, revue, corrigée et augmentée; 163 figures dans le texte et une Carte géologique de la France en chromolithographie. Paris, Masson et Cie, 1907; 1 vol. in-12. (Hommage de l'auteur.)

La Géométrie analytique générale, par H. Laurent. Paris, A. Hermann, 1906; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Darboux.)

Cours d'Astronomie, par H. Andoyer; 1re partie : *Astronomie théorique.* Paris, A. Hermann, 1906; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Darboux.)

Mission scientifique permanente d'exploration en Indo-Chine. *Décades zoologiques. Oiseaux,* n° 6. Hanoï, 1905; exemplaire n° 152. (Présenté par M. Delage.)

Bulletin de la Société géologique de France; 4e série, t. VI, fasc. 1 : Liste des membres de la Société. Prix et fondations de la Société. Liste des dons. Paris, 1906; 1 fasc. in-8°.

Mémoires de la Société géologique de France. Paléontologie; t. XIV, fasc. 1. G.-F. Dollfus et Ph. Dautzenberg, *Conchyliologie du Miocène moyen du bassin de la Loire.* 1re partie : *Pélécypodes* (suite). Paris, 1906; 1 fasc. in-4°.

Mémoires de la Société zoologique de France. Année 1905; t. XVIII. Paris, 1905; 1 vol. in-8°.

Publications of the United States naval Observatory; second series, t. IV, in four parts; parts I to III. Washington, 1906; 1 vol. in-4°.

Proceedings of the United States national Museum; t. XXX. Washington, 1906; 1 vol. in-8°.

Inheritance in poultry, by C.-B. DAVENPORT; pub. by the Carnegie Institution. Washington, 1906; 1 vol. in-8°.

Proceedings of the Academy of natural Sciences of Philadelphia; t. LVIII, part I. Philadelphie, 1906; 1 fasc. in-8°.

Archives de Biologie : Revues, résumés, reproductions des travaux scientifiques italiens, sous la direction de A. Mosso; t. XLVI, fasc. 1. Turin, 1906; 1 fasc. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 5 NOVEMBRE 1906.

Mission scientifique permanente d'exploration en Indo-Chine. — *Décades botaniques,* n° 1. Hanoï, 1906; 1 fasc. in-4°. Exemplaire n° 152. (Présenté par M. Yves Delage.)

Histoire naturelle de la France; 1re partie : *Généralités, introduction à l'Histoire naturelle. L'enchaînement des organismes,* par GASTON BONNIER, Membre de l'Institut; 576 figures dans le texte, par J. POINSOT. Paris, les fils d'Émile Deyrolle, s. d.; 1 vol. in-12. (Hommage de l'auteur.)

Les bateaux automobiles, par FERNAND FOREST. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1906; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Maurice Levy.)

L'hérédité des stigmates de dégénérescence et les familles souveraines, par le Dr V. GALIPPE, préface de M. HENRI BOUCHOT, Membre de l'Institut; avec 278 figures dans le texte. Paris, Masson et Cie, 1905; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Bouchard.)

(A suivre.)

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 NOVEMBRE 1906,

PRÉSIDENCE DE M. H. POINCARÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Observations relatives aux équilibres éthérés et aux déplacements réciproques entre la glycérine et les autres alcools.* Note de M. BERTHELOT.

A l'époque déjà ancienne où j'ai découvert les alcools polyatomiques et la trivalence de la glycérine, mon attention s'était portée sur les déplacements réciproques entre cette substance et l'alcool proprement dit, type des monovalents. Par une première série d'expériences, publiées dans les *Annales de Chimie* (3e série, t. XLI, 1854) et reproduites dans le second Volume de ma *Chimie organique fondée sur la synthèse* (1860), j'ai étudié, en détail et sur une quinzaine de glycérides purs, dérivés d'acides à poids moléculaires très différents, faibles et considérables, ainsi que sur certains glycérides naturels, les déplacements réciproques à l'égard d'un même acide, entre la glycérine et l'alcool, l'un libre, l'autre combiné. Je l'ai fait à 100° et à la température ordinaire; j'ai montré la *décomposition plus facile des glycérides à poids moléculaire peu élevé, comparés aux glycérides supérieurs;* j'ai établi la *formule exacte* de ces déplacements, leur *généralité* en fait et leur *interprétation* et *théorie :* en tant que dépendant de la température, des proportions relatives des deux alcools et de la nature spéciale de l'acide mis en présence.

Si je rappelle ces lois et ces résultats pratiques, c'est que la plupart viennent d'être l'objet de nouvelles études, avec conclusions similaires.

La réciprocité des réactions à été particulièrement démontrée par mes recherches sur un certain nombre de cas, et cela conformément à la théo-

rie des équilibres éthérés, dont ils ont fourni les premiers exemples définis et interprétations.

Rappelons encore que ces expériences ont été réalisées, les unes directement, en opposant les deux alcools purs, sans aucun intermédiaire et *sans addition d'eau;* ce qui montre que celle-ci ne joue aucun rôle absolu dans les cas de cette espèce; bien que son addition intervienne dans des équilibres plus complexes pour modifier les proportions relatives des produits, ainsi que la mise en liberté d'une partie de l'acide.

Les autres expériences ont eu lieu, toujours dans mes études et d'une manière générale, avec le concours de l'acide chlorhydrique, qui remplit dans ce cas, comme dans celui de la formation des éthers, la fonction d'accélérateur : sans doute à cause de son aptitude à former des hydrates inégalement dissociables. En fait, il opère d'une façon efficace, même à froid, avec équilibre et réciprocité des transformations; celles-ci variant également suivant que l'on opère avec ou sans addition d'eau : les glycérides peuvent être ainsi changés en éthers et les éthers en glycérides.

J'ai montré que d'autres acides, tels que l'acide acétique, provoquent les mêmes phénomènes que l'acide chlorhydrique.

J'ai établi d'ailleurs ce fait général, alors nouveau, que l'acide chlorhydrique concentré, agissant seul, c'est-à-dire sans alcool, détermine l'hydratation des corps gras neutres et leur dédoublement en acides gras et glycérine; avec apparition simultanée de petites quantités de chlorhydrines, dernières traces des réactions intermédiaires.

Ces études ont été l'un des points de départ des travaux d'ensemble que j'ai exécutés de 1853 à 1862 sur l'équilibre des composés éthérés, et plus généralement sur les composés dédoublables par fixation des éléments de l'eau (hydrolyse) (1).

Qu'il me soit permis de rappeler en terminant que les mots récents d'*hydrolyse,* ou d'*alcoolyse,* sont synonymes avec les dénominations anciennes de dédoublements opérés par l'eau, ou par l'alcool; ils n'ajoutent rien ni aux faits, ni à leur interprétation, pas plus que le mot *catalyse* substitué aux mots actions de contact ou de présence (2).

---

(1) Voir entre autres : *Chimie organique fondée sur la synthèse*, t. II, 1860, p. 548 à 571, et *passim*.

(2) Voir *Chimie organique fondée sur la synthèse*, t. II, p. 534 à 657.

ASTRONOMIE. — *Méthode nouvelle et rapide pour la détermination des erreurs de division d'un cercle méridien.* Note de M. LŒWY.

A quelque point de vue qu'on l'examine, le mode habituel d'opération pour la détermination des corrections des divisions est donc peu recommandable. En mettant à profit les divers procédés d'évaluation exposés, il sera maintenant démontré comment on peut, par des répétitions plus ou moins nombreuses des lectures successives, atteindre toute l'approximation que comporte le problème donné.

Parmi les lectures faites à l'occasion d'un des trois groupes, il y en a un certain nombre qui sont uniquement exécutées en faveur des traits des deux autres séries. C'est ainsi, par exemple, que les opérations relatives au groupe (*b*) sont, dans une notable proportion, destinées à fournir des corrections pour les groupes (*a*) et (*c*). Afin d'écarter toute équivoque, les mesures correspondant aux distances angulaires successives d'un groupe considéré lui seront entièrement attribuées. Pour établir alors le bilan du travail accompli, il suffira de connaître le nombre des opérations concernant un seul trait; il reste le même pour toutes les autres divisions du groupe. C'est en partant de cet ordre d'idées qu'il faut compter les opérations à effectuer. Les deux microscopes étant placés respectivement aux distances angulaires 6°, 12°, 4°, on trouvera notées, ci-après, pour chacune des trois situations considérées, les mesures à accomplir en tenant compte des répétitions de lectures α, β, ..., α', β', ...

Microscopes à la distance 6°.			Microscopes à la distance 12°.			Microscopes à la distance 4°.		
α lectures pour		d_1	α' lect. pour		d_1	α'' lect. pour		d_1
β	»	d_2	β'	»	d_2	β''	»	d_2
γ	»	d_3	γ'	»	d_3	γ''	»	d_3
η	»	$\Delta_{174,180}$	η'	»	$\Delta_{28,40}$; $\Delta_{148,160}$; $\Delta_{88,100}$	δ	»	d_4
			η_1''	»	$\Delta_{78,90}$; $\Delta_{138,150}$			
θ	»	$\begin{pmatrix}D_1\\D_2\end{pmatrix}\begin{matrix}{\scriptstyle 60}\\{\scriptstyle 66}\\{\scriptstyle 72}\end{matrix}$	θ'	»	$\begin{pmatrix}D_1\\D_2\end{pmatrix}$	ζ	»	d_5
						η'''	»	$\Delta_{176,180}$
						θ''	»	$\begin{pmatrix}D_1\\D_2\end{pmatrix}\begin{matrix}{\scriptstyle 72}\\{\scriptstyle 76}\\{\scriptstyle 80}\end{matrix}$

Les d_1, d_2, d_3 du groupe (*a*) se rapportent à E_6; dans le groupe (*b*), à E_{12}; les d_1, d_2, d_3, d_4, d_5 du groupe (*c*), à E_4. Les trois divisions auxquelles correspondent les différences de lectures D_1 et D_2 sont inscrites en dehors des parenthèses. On aura ainsi une valeur des corrections

E_{66}, E_{42}, E_{76}. Les symboles $\Delta_{174,180}$, $\Delta_{28,40}$, $\Delta_{148,160}$, $\Delta_{88,100}$, $\Delta_{78,90}$, $\Delta_{138,150}$, $\Delta_{176,180}$, indiquent qu'au moyen des intervalles connus i, on obtiendra respectivement E_{174}, E_{28}, E_{148}, E_{88}, E_{78}, E_{138}, E_{176}.

La comparaison de ce dernier Tableau avec celui déjà donné (p. 626) jette une vive lumière sur l'économie de la méthode. On voit dans le premier Tableau que, pour E_{12}, par exemple, la seule relation (1) est obtenue lorsque les deux microscopes sont placés à la distance angulaire 12°, tandis que les cinq autres relations proviennent de mesures accomplies à l'occasion de l'évaluation des positions des traits 96°, 6°, 4°, 64° et 124°; dans le dernier Tableau se trouve indiquée la totalité des opérations à accomplir, les microscopes étant placés à 12°. Ces opérations fournissent à la fois, en outre de E_{12} : E_{28}, E_{148}, E_{88}, E_{42}, E_{78}, E_{138}.

Dans une situation quelconque des deux microscopes, destinée à faire connaître E_r, par exemple, le nombre des lectures, faites en faveur d'autres traits du même groupe qui comprend E_r, est toujours égal à celui des opérations effectuées réciproquement dans le même groupe pour obtenir de nouvelles déterminations de E_r. Par conséquent, la somme

$$\alpha + \beta + \gamma + \eta + 2\theta = \Sigma_1$$

représente le nombre des lectures nécessaires pour déterminer une correction quelconque du groupe (a); $\alpha' + \beta' + \gamma' + 3\eta' + 2\eta'' + 2\theta' = \Sigma_2$ indique de même le nombre des lectures relatives au groupe (b);

$$\alpha'' + \beta'' + \gamma'' + \delta + \zeta + \eta''' + 2\theta'' = \Sigma_3$$

correspond au nombre des lectures concernant une division du groupe (c).

L'évaluation des 29 grandeurs : f, f_1, f_2, f_3; φ, φ_1; $\psi, \psi_1, \psi_2, \psi_3, \psi_4$; $\alpha, \beta, \gamma, \eta, \theta$; $\alpha', \beta', \gamma', \eta', \eta'', \theta'$; $\alpha'', \beta'', \gamma'', \delta, \zeta, \eta''', \theta''$, permettra de réaliser, avec le minimum de travail, le maximum de précision et d'homogénéité.

On trouve, au moyen de l'ensemble des équations relatives à chaque trait du Tableau (p. 626), les valeurs cherchées E_6, E_{12}, E_4.

$$\begin{aligned}(3 + 3f + 2f_1 + 2f_2 + 6f_3)\,E_6 = {} & [-2d_1 + d_2 + d_3]_6 + f[-d_1 - d_2 - d_3 + 3\Delta_{6.180}]_{174} \\ & + f_1[-D_1 + D_2]_{24} + f_2[-D_1 + D_2]_{66} + f_3[-d_1 - d_2 - d_3 + 3\Delta_{6,54}]_{48} + f_3[-d_1 - d_2 - d_3 + 3\Delta_{6,90}]_{84} \\ & + E_{18} + (f_1 - f)\,E_{162} + f_1 E_{30} + (f_2 - f_3)\,E_{72} + f_2 E_{120} + f_3(3E_{54} + 3E_{90} - E_{144}),\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}(3 + 6\varphi + 15\varphi_1)\,E_{12} = {} & [-2d_1 + d_2 + d_3]_{12} + \varphi(-d_1 - d_2 + 2d_3)_{96} + \varphi(-d_1 - d_2 + 2d_3)_6 \\ & + \varphi_1[-2(d_1+d_2+d_3) + 3(d_4+d_5)]_4 + \varphi_1[-2(d_1+d_2+d_3) + 3(d_4+d_5)]_{64} + \varphi_1[-2(d_1+d_2+d_3) + 3(d_4+d_5)]_{124} \\ & + E_{36} + 2\varphi(E_{108} + E_{18}) + 3\varphi_1(E_{20} + E_{140} + E_{80}),\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}(5 + 5\psi + 5\psi_1 + 5\psi_2 + 2\psi_3 + 3\psi_4)\,E_4 = {} & [-4d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5]_4 + \psi[-3(d_1 + d_2) + 2(d_3 + d_4 + d_5)]_{92} \\ & + \psi_1[-d_1 - d_2 - d_3 - d_4 + 4d_5]_{136} + \psi_2[-d_1 - d_2 - d_3 - d_4 - d_5 + 5\Delta_{4,180}]_{176} \\ & + \psi_3[-D_1 + D_2]_{76} + \psi_4[-d_1 - d_2 - d_3 + 3\Delta_{4,160}]_{156} \\ & + E_{20} + 2\psi E_{100} + 4\psi_1 E_{140} + (3\psi_4 - \psi_2)\,E_{160} + \psi_3 E_{80} + (\psi_3 - \psi_4)\,E_{108}.\end{aligned}$$

Les données qui figurent dans ces équations ne sont plus des lectures simples; elles représentent des moyennes formées à l'aide des répétitions α, β, ... La première partie de chacune des trois équations est constituée par les quantités directement mesurées; la seconde se compose des corrections relatives aux repères auxquels sont rattachés E_6, E_{12}, E_4.

Le premier terme relatif à E_6, $[-2d_1+d_2+d_3]_6$ se trouve altéré par une erreur d'observation qui aura pour expression $\varepsilon\sqrt{\frac{4}{\alpha}+\frac{1}{\beta}+\frac{1}{\gamma}}$, si ε désigne l'erreur probable d'une seule lecture effectuée à l'aide des quatre microscopes utilisés. Tous les autres termes seront affectés d'erreurs analogues. Posons, pour abréger :

Groupe (*a*).

1er terme...... $\frac{4}{\alpha}+\frac{1}{\beta}+\frac{1}{\gamma} = a.$

2e » ...... $\frac{1}{\alpha}+\frac{1}{\beta}+\frac{1}{\gamma}+\frac{9}{\eta} = b.$

3e » ...... $\frac{2}{\theta'} = c.$

4e » ...... $\frac{2}{\theta} = d.$

5e » ...... $\frac{2}{\alpha'}+\frac{2}{\beta'}+\frac{2}{\gamma'}+\frac{18}{\eta''} = g.$

Groupe (*b*).

1er terme...... $\frac{4}{\alpha'}+\frac{1}{\beta'}+\frac{1}{\gamma'} = a'.$

2e » ...... $\begin{cases}\frac{1}{\alpha'}+\frac{1}{\beta'}+\frac{4}{\gamma'} = b'.\\ \frac{1}{\alpha}+\frac{1}{\beta}+\frac{4}{\gamma} = c'.\end{cases}$

3e » ...... $\frac{12}{\alpha''}+\frac{12}{\beta''}+\frac{12}{\gamma''}+\frac{27}{\delta}+\frac{27}{\zeta} = d'.$

Groupe (*c*).

1er terme...... $\frac{16}{\alpha''}+\frac{1}{\beta''}+\frac{1}{\gamma''}+\frac{1}{\delta}+\frac{1}{\zeta} = a''.$

2e » ...... $\frac{9}{\alpha''}+\frac{9}{\beta''}+\frac{4}{\gamma''}+\frac{4}{\delta}+\frac{4}{\zeta} = b''.$

3e » ...... $\frac{1}{\alpha''}+\frac{1}{\beta''}+\frac{1}{\gamma''}+\frac{1}{\delta}+\frac{16}{\zeta} = c''.$

4e terme...... $\frac{1}{\alpha''}+\frac{1}{\beta''}+\frac{1}{\gamma''}+\frac{1}{\delta}+\frac{1}{\zeta}+\frac{25}{\eta'''} = d''.$

5e » ...... $\frac{2}{\theta''} = g'.$

6e » ...... $\frac{1}{\alpha'}+\frac{1}{\beta'}+\frac{1}{\gamma'}+\frac{9}{\eta'} = h.$

Soient, en outre :

ε_1 l'erreur probable de la correction d'une division-repère;

δE_6, δE_{12}, δE_4 l'erreur probable des divisions cherchées provenant des opérations de mesure; p, p_1, p_2 les poids correspondants;

$\delta' E_6$, $\delta' E_{12}$, $\delta' E_4$ l'erreur probable provenant du rattachement aux traits fondamentaux.

$$a+bf^2+cf_1^2+df_2^2+gf_3^2=k, \qquad 3+3f+2f_1+2f_2+6f_3=m,$$
$$1+(f_1-f)^2+f_1^2+(f_2-f_3)^2+f_2^2+19f_3^2=j,$$
$$a'+(b'+c')\varphi^2+d'\varphi_1^2=k_1, \qquad 3+6\varphi+15\varphi_1=m_1,$$
$$1+8\varphi^2+27\varphi_1^2=j_1,$$
$$a''+b''\psi^2+c''\psi_1^2+d''\psi_2^2+g'\psi_3^2+h\psi_4^2=k_2, \qquad 5+5\psi+5\psi_1+5\psi_2+2\psi_3+3\psi_4=m_2,$$
$$1+4\psi^2+16\psi_1^2+(3\psi_4-\psi_2)^2+\psi_3^2+(\psi_3-\psi_4)^2=j_2;$$

alors on aura

$$\delta E_6 = \frac{\sqrt{k}}{m}\varepsilon = A\varepsilon, \qquad p = \frac{m^2}{k}, \qquad \delta' E_6 = \frac{\sqrt{j}}{m}\varepsilon_1 = A_1\varepsilon_1,$$

$$\delta E_{12} = \frac{\sqrt{k_1}}{m_1}\varepsilon = B\varepsilon, \qquad p_1 = \frac{m_1^2}{k_1}, \qquad \delta' E_{12} = \frac{\sqrt{j_1}}{m_1}\varepsilon_1 = B_1\varepsilon_1,$$

$$\delta E_4 = \frac{\sqrt{k_2}}{m_2}\varepsilon = C\varepsilon, \qquad p_2 = \frac{m_2^2}{k_2}, \qquad \delta' E_4 = \frac{\sqrt{j_2}}{m_2}\varepsilon_1 = C_1\varepsilon_1.$$

Nous allons maintenant procéder à la détermination des vingt-neuf inconnues f, f_1, f_2, ...; α, β, ...; qui figurent directement ou implicitement dans les coefficients A, B, C; A_1, B_1, C_1. Leurs valeurs seront fournies par des équations établies conformément aux conditions que ces inconnues sont appelées à remplir. Ces conditions sont les suivantes :

1° Rendre minima et approximativement égaux entre eux A, B, C, afin d'obtenir des positions de toutes les divisions avec la même exactitude.

2° Satisfaire à cette nécessité dictée par la pratique que l'ensemble des opérations à exécuter dans une même séance ne dépasse pas une certaine durée, afin que l'on puisse avoir confiance dans la stabilité des microscopes, pendant ce temps. Par suite, les sommes Σ_1, Σ_2, Σ_3 doivent rester inférieures à une certaine limite, pour laquelle l'expérience a indiqué 15.

3° Obtenir pour les facteurs du rattachement A_1, B_1, C_1, une valeur commune $\frac{1}{n}$, n étant un nombre aussi grand que possible.

Si ces desiderata étaient les seuls à considérer, on pourrait, au moyen des relations $A_1 = B_1 = C_1 = \frac{1}{n}$, éliminer trois des inconnues dans les équations précédentes, en les remplaçant par une fonction de n.

Il faudrait de même se servir des équations $\Sigma_1 = \Sigma_2 = \Sigma_3 = 15$ pour diminuer le nombre des inconnues α, β, ..., α', β', ... Mais il y a encore à satisfaire à d'autres obligations. En effet, il importe en outre de rattacher aux traits-repères quatre autres séries de divisions, avec une précision égale à celle qu'on veut réaliser pour les trois groupes déjà considérés (a), (b), (c). L'intérêt de l'homogénéité exige ainsi que les nouveaux coefficients du rattachement D_1, E_1, F_1, G_1 acquièrent aussi une valeur presque identique à $\frac{1}{n}$. L'ensemble des expressions qui traduirait toutes ces conditions est inextricable. On ne peut arriver à leur résolution que par des approximations successives.

La première grandeur à chercher est $\frac{1}{n}$. Voici comment il convient de

procéder : en examinant à part la structure de chacun de ces sept systèmes d'équations relatives aux sept groupes, on parvient à une estimation assez plausible de α, β; α', β'; .... Ces nombres étant connus, il est facile de calculer les coefficients a, b, c, ... Ces grandeurs étant obtenues, on néglige provisoirement les relations $A_1 = B_1 = C_1 = D_1 = E_1 = F_1 = G_1 = \frac{1}{n}$.

On se trouve alors en présence des expressions δE_6, δE_{12}, ..., où l'on peut considérer $f, f_1, \ldots, \varphi, \varphi_1, \ldots$ comme des variables indépendantes. On forme les équations du minimum en posant

$$\frac{d(\delta E_6)}{df} = 0, \quad \frac{d(\delta E_6)}{df_1} = 0, \quad \ldots; \quad \frac{d(\delta E_{12})}{d\varphi} = 0, \quad \frac{d(\delta E_{12})}{d\varphi_1} = 0, \quad \ldots.$$

Ces équations permettent de conclure les facteurs $f, f_1, f_2, \ldots, \varphi, \varphi_1, \ldots$.

A l'aide de ces nombres, on déduit pour chaque groupe les valeurs correspondantes des A, B, C, D, E, F, G; A_1, B_1, C_1, D_1, E_1, F_1, G_1. On cherche ensuite comment il faut modifier les valeurs admises d'abord pour α, β, ... pour réduire autant que possible les coefficients A_1, B_1, C_1, D_1, E_1, F_1, G_1. On reconnaît ainsi finalement que le chiffre $n = 4$ est une limite que l'on ne saurait franchir sans inconvénient.

Il est vrai, si l'on ne fixe pas de limite pour les sommes Σ_1, Σ_2, Σ_3, qu'on pourrait rendre n beaucoup plus grand. Dans ce cas, il faudrait discuter un ensemble de nombreuses séries de traits (11 par exemple); on parviendrait alors à rattacher directement à l'origine et aux repères les positions de tous les degrés du cercle. L'influence des corrections-repères, elles-mêmes multipliées par un faible facteur, deviendrait presque négligeable, mais cette manière de procéder donnerait lieu à des complications presque inadmissibles.

Ce premier résultat constitue un critérium pour la portée de la nouvelle méthode; on se convaincra que l'on peut satisfaire d'une manière complète à tous les desiderata formulés au début.

Il montre d'abord que l'on possède la faculté de rattacher, sans la moindre inexactitude sensible, les 70 traits des sept groupes aux divisions-repères réparties sur toute la circonférence, traits que l'on peut à leur tour considérer comme directement connus par rapport à l'origine; il en sera de même pour tous les autres degrés et les subdivisions. En effet, en admettant même, ce qui est plus que suffisant, que l'erreur probable d'une division-repère, étudiée seulement à deux microscopes, soit $\varepsilon = \pm 0'',03$, on aurait comme élément d'appréciation pour l'inexactitude du rattache-

ment $\pm \frac{0'',03}{4} = \pm 0'',0075$, quantité qui devient encore plus faible si l'on a recours à quatre ou six microscopes.

En appliquant la nouvelle méthode jusqu'à la recherche directe des corrections de 5 minutes en 5 minutes, l'incertitude du rattachement restera toujours négligeable et sera loin de l'erreur probable de mesure pour laquelle on a supposé la très faible valeur de $\pm 0'',02$.

Il a été expliqué comment, au moyen de divers procédés, on arrive à six déterminations pour E_6, E_{12} et E_4. Le nombre et la formation des équations qui y ont conduit ne sont pas arbitraires; les conditions $n = 4$, $\Sigma_1 = \Sigma_2 = \Sigma_3 = 14$ à 15, dans la première solution, et 13 à 14 dans la seconde, ne laissent subsister aucune incertitude sur la quantité et le choix de ces relations. En effet, si le chiffre des opérations pour évaluer une correction est fixé *a priori*, par exemple à 14, on aurait, s'il s'agissait de E_{90}, le poids correspondant $p = 7$; afin de satisfaire au principe d'obtenir avec le minimum de travail une précision uniforme dans la position des traits, il est nécessaire, dès lors, que les poids de toutes les corrections cherchées deviennent à peu de chose près égaux à 7.

Il faut donc constituer les équations de telle sorte qu'au moyen des grandeurs α, β, $\ldots f, f_1, \ldots$ qu'elles renferment, on arrive à obtenir aussi bien que possible

$$\text{A, B, C, minima et égaux,}$$

$$p = \frac{m^2}{k} = p_1 = \frac{m_1^2}{k_1} = p_2 = \frac{m_2^2}{k_2} = 7,$$

$$A_1 = B_1 = C_1 = \frac{1}{4}.$$

Ces conditions déterminent complètement le nombre et la nature des équations. Dans les exemples E_6, E_{12}, E_4, on ne saurait, pour les séries (a) et (c), accroître les équations sans perdre en précision; en ce qui concerne (b), il serait facile d'augmenter l'exactitude en formant encore d'autres relations, mais alors le nombre des opérations deviendrait trop considérable et ne conduirait à aucun avantage réel.

Tout en connaissant la valeur de plusieurs éléments fondamentaux, la résolution directe des équations n'est pas possible. On procédera, comme cela a déjà été expliqué, par approximations successives. Σ_1, Σ_2, Σ_3 désignant le nombre des opérations, on a ainsi obtenu :

Constantes du groupe (a).

$$\alpha = 4,\quad \beta = \gamma = 2,\quad \eta = 1,\quad \theta = 2;\qquad = 0,3,\quad f_1 = 0,6,\quad f_2 = 1,2,\quad f_3 = 0,2;$$

$$\frac{1}{A} = \sqrt{12,81},\quad p = 6,40,\quad A_1 = \frac{2,156}{8,7} < \frac{1}{4};\qquad \Sigma_1 = 13,\quad \frac{L}{l} = \frac{2p}{\Sigma_1} = 0,985.$$

Constantes du groupe (b).

$$\alpha' = 3,\quad \beta' = \gamma' = 2,\quad \eta' = 1,\quad \theta' = 1,\quad \eta'' = 1;\qquad \varphi = 0,8,\quad \varphi_1 = 0,2;$$

$$\frac{1}{B} = \sqrt{13,94},\quad p_1 = 6,97,\quad B_1 = \frac{2,683}{10,8} < \frac{1}{4};\qquad \Sigma_2 = 14,\quad \frac{L}{l} = \frac{2p_1}{\Sigma_2} = 0,996.$$

Constantes du groupe (c).

$$\alpha'' = 4,\quad \beta'' = 2,\quad \gamma'' = 1,\quad \delta = 1,\quad \zeta = 2,\quad \eta''' = 1,\quad \theta'' = 2;\qquad \psi = 0,4,\quad \psi_1 = 0,6,\quad \psi_2 = 0,3,\quad \psi_3 = 2,7,\quad \psi_4 = 0,5$$

$$\frac{1}{C} = \sqrt{13,04},\qquad p_2 = 6,52,\qquad C_1 = \frac{4,579}{18,4} < \frac{1}{4};\qquad \Sigma_3 = 15,\qquad \frac{L}{l} = \frac{2p_2}{\Sigma_3} = 0,87.$$

Et au moyen des relations (p. 720) :

$$\begin{aligned}
8,7\,E_6 = {} & (-2d_1 + d_2 + d_3)_6 - 0,3(-d_1 - d_2 - d_3 + 3\Delta_{6,180})_{174} + 0,6(-D_1 + D_2)_{24} \\
& + 1,2(-D_1 + D_2)_{66} + 0,2(-d_1 - d_2 - d_3 + 3\Delta_{6,54})_{48} + 0,2(-d_1 - d_2 - d_3 + 3\Delta_{6,90})_{84} \\
& + E_{18} + 0,3\,E_{162} + 0,6\,E_{30} + 1,0\,E_{72} + 1,2\,E_{120} + 0,2(3E_{54} + 3E_{90} - E_{144});
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
10,8\,E_{12} = {} & (-2d_1 + d_2 + d_3)_{12} + 0,8(-d_1 - d_2 + 2d_3)_{96} + 0,8(-d_1 - d_2 + 2d_3)_6 \\
& + 0,2[-2(d_1 + d_2 + d_3) + 3(d_4 + d_5)]_4 + 0,2[-2(d_1 + d_2 + d_3) + 3(d_4 + d_5)]_{64} + 0,2[-2(d_1 + d_2 + d_3) + 3(d_4 + d_5)]_{124} \\
& + E_{36} + 1,6(E_{108} + E_{18}) + 0,6(E_{20} + E_{140} + E_{80}),
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
18,4\,E_4 = {} & (-4d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5)_4 + 0,4[-3(d_1 + d_2) + 2(d_3 + d_4 + d_5)]_{92} + 0,6(-d_1 - d_2 - d_3 - d_4 + 4d_5)_{136} \\
& + 0,3(-d_1 - d_2 - d_3 - d_4 - d_5 + 5\Delta_{4,180})_{176} + 2,7(-D_1 + D_2)_{76} + 0,5(-d_1 - d_2 - d_3 + 3\Delta_{4,160})_{156} \\
& + E_{20} + 0,8\,E_{100} + 2,4\,E_{140} + 1,2\,E_{160} + 2,7\,E_{80} + 2,2\,E_{108}.
\end{aligned}$$

Dans ces dernières équations les lettres représentent en partie des moyennes de lectures. On y rencontre certains termes provenant des travaux accomplis dans les groupes associés; on les reconnaît par l'indice inscrit au bas des parenthèses; pour savoir dans ce cas le nombre de répétitions sur lequel reposent les moyennes, on n'a qu'à confronter le Tableau, page 719, et celui ci-dessus, relatif aux constantes des groupes. Par suite, sans être obligé d'entrer dans les détails de la théorie, on possède tous les éléments pour vérifier la réalité des résultats énoncés. En effet, les diviseurs α, β, etc. étant connus, il est facile de déduire : d'un côté les poids de E_6, E_{12}, E_4 et leur rapport avec le nombre des opérations Σ_1, Σ_2, Σ_3 et, d'autre part, l'inexactitude à laquelle donnent lieu les divisions-repères. On a en outre l'avantage de pouvoir calculer d'avance l'influence de traits-repères sur les 70 corrections cherchées, avant même le début des expériences consacrées à leur détermination.

Les conclusions qui se dégagent de l'examen de ces développements confirment entièrement l'efficacité de la nouvelle méthode. On constate que l'erreur de rattachement, quelques millièmes de seconde d'arc, est absolument négligeable : $\frac{1}{n} = A_1 = B_1 = C_1$ restant même toujours inférieur à $\frac{1}{4}$. On voit en outre que la précision et le nombre des mesures avec lesquels on obtient la position des traits des groupes (a) et (b) sont presque identiques à ceux concernant T_{90}. Pour la série (c) seule il existe une bien légère différence; il faut effectuer 15 opérations au lieu de 13,04 que réclamerait une évaluation de E_{90} correspondant au poids 6,52.

A l'aide de nombreuses observations, il a été trouvé $\pm 0'',08$ pour l'erreur probable de E_{90} fondée sur deux lectures du cercle; on a dès lors en moyenne, pour les séries de traits (a), (b), (c), $\varepsilon = \pm \frac{0'',08}{\sqrt{6,60}}$, et, si l'on utilise, pour l'observation, six microscopes, $\varepsilon' = \pm \frac{0'',08}{\sqrt{19,80}} = \pm 0'',018$.

On dispose ici d'un moyen précieux de contrôle que n'offre aucune autre méthode; en effet, la position de chaque trait est obtenue par six ou sept séries d'expériences absolument distinctes, conduisant ainsi au même nombre de valeurs pour une correction cherchée. Leur comparaison fournit, d'une manière directe, une autre valeur pour l'erreur probable. La confrontation des deux nombres obtenus pour cet élément, par des voies tout à fait différentes, mettra en évidence les sources d'erreur systématique, si toutefois il en existe, et fera en même temps connaître l'influence qu'elles peuvent exercer sur les corrections trouvées. On peut ainsi apprécier, en pleine connaissance de cause, la réelle portée du travail accompli.

Les règles pratiques pour l'exécution des mesures sont d'une extrême simplicité. Ainsi que cela a été fait pour les traits T_6, T_{12}, T_4, on trace d'avance le programme des treize, quatorze ou quinze opérations à effectuer. Toutefois, il n'est pas même nécessaire de réaliser ces opérations d'une manière ininterrompue dans une seule séance. Il y en a toujours à peu près cinq qui peuvent être faites à volonté à un moment quelconque. La répétition des mesures offre en outre ce grand avantage de faire coïncider les moyennes presque au même instant physique. En résumé, la détermination de la position d'un trait ne réclame guère qu'une trentaine de minutes.

MINÉRALOGIE. — *Sur quelques produits des fumerolles de la récente éruption du Vésuve et en particulier sur les minéraux arsénifères et plombifères.* Note de M. **A. Lacroix**.

Au cours de la récente éruption du Vésuve, de nombreuses fumerolles ont pris naissance le long de fissures ouvertes près des bords du cratère, sur le flanc nord-est du cône.

Lorsque je les ai étudiées, le 3 mai, elles étaient dans la phase acide et dégageaient en abondance de la vapeur d'eau, chargée d'acide chlorhydrique et d'acide sulfureux; en bien des points, leur température était encore supérieure à 350° C. Leur abord était rendu assez difficile par ce fait qu'elles se faisaient jour à travers une couche de cendres fines, recouvrant les laves et les scories sous-jacentes. La collection de minéraux que j'y ai recueillie a été complétée à l'aide de nombreux échantillons, récoltés de juillet à septembre par l'un des guides qui m'ont accompagné sur le volcan.

Les produits solides les plus abondants de ces fumerolles sont ceux que l'on rencontre dans toutes les éruptions du Vésuve; ils consistent en chlorures (de fer, potassium, sodium, calcium, magnésium, etc.), mal individualisés au point de vue minéralogique, à l'exception de l'*érythrosidérite*, dont les petits cristaux rhombiques d'un rouge orangé se trouvent dans les parties un peu refroidies.

Ces chlorures sont localement recouverts par du *réalgar*, se présentant sous deux formes : en croûtes vitreuses d'un rouge foncé, isotropes, formées par fusion, et en cristaux, qui ne se rencontrent que dans les parties superficielles, à température moins élevée. Le sulfure d'arsenic paraît être une rareté au Vésuve; A. Scacchi ne le cite en effet dans son Catalogue que sur l'autorité de Monticelli et de Covelli, qui l'ont observé à la suite de l'éruption de 1822; Breislak l'avait trouvé déjà au cours de celle de 1794.

Il y a lieu de noter que, dans les gisements volcaniques, peu nombreux d'ailleurs (Solfatare de Pouzzoles, Vulcano en particulier), où ce minéral a été signalé, il n'a été trouvé qu'à l'état cristallisé, accompagnant le salmiac, dans les fumerolles à température inférieure à 200°. L'observation que je consigne ici montre qu'il n'est pas caractéristique de ce type de fumerolles et que la limite supérieure de sa production, déterminée par son point de fusion, doit être remontée jusqu'aux fumerolles acides.

Cette association de réalgar fondu et du même minéral cristallisé rappelle

celle qui est fréquente dans une catégorie de gisement bien différente, je veux parler des houillères embrasées du Plateau central de la France (environs de Saint-Etienne, Aubin, Montceau-les-Mines, etc.), qui ont beaucoup de minéraux communs avec les fumerolles volcaniques, mais dont l'origine est fort différente; les uns, en effet, résultent de la combustion de la houille elle-même (chlorure et en petite quantité sulfate d'ammonium), les autres, du grillage des sulfures qui l'accompagnent. Le réalgar est l'un de ces derniers, il provient de la destruction des pyrites, souvent un peu arsénicales. Mais, tandis qu'au Vésuve, le réalgar s'est formé et a été maintenu dans un milieu réducteur, grâce à la persistance du dégagement de l'acide sulfureux, dans les houillères embrasées, le milieu est souvent assez oxydant pour permettre la production d'anhydride arsénieux cristallisé, soit sous forme octaédrique (arsénolite), soit, plus rarement, sous la forme monoclinique (claudétite).

Le traitement du réalgar du Vésuve par le sulfure de carbone y met en évidence une petite quantité de soufre libre; mais c'est naturellement dans les parties moins chaudes des mêmes fumerolles, qu'il faut chercher ce dernier minéral. Il y est, du reste, relativement peu abondant; il constitue le plus souvent de petites masses primitivement arrondies par fusion; elles présentent parfois des traces de la forme monoclinique transitoire et sont d'ordinaire transformées en groupements à axes parallèles d'un nombre considérable de très petits cristaux rhombiques, constituant un gros squelette, dont le développement cristallographique est en rapport avec la forme de la masse fondue initiale.

Les minéraux qu'il me reste à étudier ont été recueillis de juillet à septembre : le plus important d'entre eux est le *sulfure de plomb*, qui n'a été observé dans aucune éruption antérieure du Vésuve. Cette *galène* recouvre deux catégories de roches: les unes sont des scories intactes, les autres des scories ou des cendres très rubéfiées. Dans le premier cas, les cristaux (1^{mm}) de galène ont la couleur caractéristique de ce minéral et sont très éclatants; dans le second, ils sont noirs et ternes. La forme unique est le cube non modifié; les cristaux, à clivage cubique, sont fréquemment déformés par allongement suivant un axe quaternaire, ou par aplatissement suivant deux faces parallèles du cube. Enfin, certains d'entre eux présentent les trémies, si fréquentes dans la galène produite par sublimation dans les usines métallurgiques [1].

---

(1) La galène sublimée existe aussi parmi les produits des houillères embrasées de la Loire.

Plusieurs autres minéraux de formation contemporaine accompagnent parfois cette galène; ce sont : la magnétite ou la magnésioferrite en très petits octaèdres (avec macle du spinelle), l'hématite, la pyrrhotite, en tables losangiques ou hexagonales d'un jaune bronzé. Enfin, il me faut signaler de fort petits cristaux de pyrite, antérieurs à la galène : ils sont distribués d'une façon très régulière dans tous les pores de certaines scories (¹) non rubéfiées, d'un type pétrographique spécial : ils pourraient bien avoir préexisté à l'éruption actuelle.

La formation de la galène doit être expliquée par la réaction de l'hydrogène sulfuré sur la vapeur de chlorure de plomb, qui a été jadis utilisée par Durocher dans sa synthèse de ce minéral. Si, en effet, on traite par de l'eau bouillante les scories qui nous occupent et dans lesquelles l'examen macroscopique ne décèle l'existence d'aucun sel, on en extrait beaucoup de chlorures de plomb, de potassium, de sodium, etc. Cette abondance de chlorures alcalins montre que la galène s'est formée dans les fumerolles les plus chaudes, précédant dans le temps les fumerolles acides (²).

Quant à la pyrrhotite, à la magnétite et à l'hématite, elles ont dû prendre naissance grâce à des réactions analogues à la précédente, celles de l'hydrogène sulfuré ou de la vapeur d'eau sur le chlorure de fer.

Dans plusieurs des échantillons étudiés, les cubes de galène sont devenus d'un vert noir et un peu translucides; ils sont enveloppés par un agrégat miarolitique de petits cristaux rhombiques, jaunes, transparents, qui ne sont autre chose que de la *cotunnite* (³) : ($Pb\,Cl^2$) ; ce genre de pseudomorphose n'avait pas encore été rencontré dans la nature. Il s'observe uniquement dans les scories non rubéfiées, aussi, je le considère comme contemporain de la formation de la galène, au cours de la réaction, dont il a été question plus haut, qui est reversible.

Il n'en est plus de même pour la transformation qu'ont subie les cristaux

---

(¹) Les scories qui supportent la galène proviennent des explosions vulcaniennes de l'éruption récente; ce sont des matériaux anciens du volcan. Quelques-unes d'entre elles, riches en gros cristaux d'augite et de biotite, appartiennent au type le plus fréquent parmi les produits rejetés sur Ottajano.

(²) Au voisinage des scories à galène ont été recueillies des croûtes cristallines blanches, tachetées de vert, constituées par un mélange de chlorures et de sulfates de potassium, sodium, cuivre, avec un peu de calcium et de magnésium : ces sels renferment des lamelles de *ténorite* (CuO).

(³) Je n'ai observé qu'un seul échantillon de scorie sur lequel se trouvaient de petits cristaux de cotunnite, sans galène.

des scories rubéfiées; on a vu plus haut qu'ils sont noirs et ternes. Lorsqu'on les plonge dans l'eau, ils blanchissent, se gonflent et se brisent facilement; ils se dissolvent plus ou moins complètement dans l'eau bouillante. Ce sont là encore des pseudomorphoses en chlorure de plomb; mais elles ne présentent pas la cristallinité des précédentes et le chlorure n'apparaît pas en dehors des cristaux de galène. Je les regarde comme formées à une température bien plus basse que les précédentes, et comme dues à l'action de la vapeur d'eau chargée d'acide chlorhydrique de la fumerolle passée à la phase acide, en se refroidissant rapidement; la rubéfaction de la gangue est attribuable à la même cause. Il est facile d'effectuer expérimentalement une transformation identique en maintenant pendant quelques heures à l'étuve, au voisinage de 100° C., des clivages de galène au-dessus d'un vase renfermant de l'acide chlorhydrique.

Cette facile transformation sur place de la galène en chlorure de plomb au cours de l'évolution normale d'une fumerolle est importante à noter; elle explique sans doute pourquoi le sulfure de plomb n'avait pas été observé jusqu'à présent au Vésuve, bien que les conditions nécessaires à sa production (coexistence dans une même fumerolle du chlorure de plomb et de l'hydrogène sulfuré) aient dû y être maintes fois réalisées. Le chlorure résultant de cette transformation est amorphe ou cryptocristallin, il peut être plus facilement dissous par les eaux pluviales et par suite rapidement éliminé. La galène n'est donc qu'un minéral transitoire, ne pouvant être observé qu'à la condition d'être saisi presque au moment même de sa production.

En terminant, j'insisterai sur l'importance théorique que présente l'existence de minéraux de plomb au Vésuve pour la discussion des liens unissant les filons métallifères aux magmas éruptifs et pour l'interprétation de la présence, si fréquente, de mouches de galène dans les calcaires métamorphisés au voisinage des roches éruptives, en général, et dans ceux de la Somma, en particulier.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, au choix d'un membre de la Commission de contrôle de la circulation monétaire.

M. **Moissan** réunit l'unanimité des suffrages.

CORRESPONDANCE.

M. le **Garde des Sceaux, Ministre de la Justice**, écrit à l'Académie en la priant de lui faire connaître son sentiment sur le crédit qu'il faut accorder aux méthodes anthropométriques relatives aux empreintes de doigts pour fixer l'identité d'un individu et sur les moyens de contrôle à établir pour prévenir dans leur application les déductions inexactes.

(Commissaires : MM. Darboux, Chauveau, Dastre, d'Arsonval, Troost.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Les ultramicroscopes, les objets ultramicroscopiques*, par A. Cotton et H. Mouton. (Présenté par M. Violle.)

2° *Elogio historico de don Antonio José Cavanilles,* premiado por la real sociedad económica de Valencia en el año 1826, su autor José Pizcueta.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Contribution à l'étude de l'émission calorifique du Soleil.* Note de MM. **C. Féry** et **G. Millochau**, présentée par M. J. Janssen.

Les mesures de l'émission, suivant un diamètre de la surface solaire, se font avec la plus grande facilité, comme nous l'avons indiqué dans notre première Note (¹) : il suffit en effet de noter la déviation du galvanomètre à des temps égaux, le télescope restant fixe pendant que l'image solaire se déplace sur le réticule thermo-électrique.

La masse de la soudure du couple n'étant que de 1^{mg} environ, l'indication est instantanée, et le galvanomètre indique fidèlement les variations d'intensité du flux de chaleur qui pénètre dans le télescope.

Cependant, il y a lieu de tenir compte de ce fait, que le petit disque qui recouvre la soudure cesse d'être couvert entièrement par l'image du Soleil 13 secondes avant la fin du passage et ne cesse de recevoir l'action que le même temps après; il en est de même au commencement du passage.

(¹) *Comptes rendus,* 8 octobre 1906.

Il s'ensuit que la couche doit être corrigée de l'action de ce disque.

Nous nous proposons, dans de prochaines recherches, de réduire les dimensions de la soudure et de faire des mesures relatives sur l'action des divers points de la surface solaire, l'étalonnage sur le four électrique devenant alors inutile et la sensibilité du couple thermo-électrique pouvant être réduite.

Voici à titre d'exemple le relevé d'une des nombreuses mesures faites au mont Blanc dans ces conditions :

Distance au centre exprimée en fonction du rayon pris comme unité.	δ = déviation en microvolts ramenée à la pleine ouverture du diaphragme.	Température absolue. — $T = 0{,}705\sqrt{\delta}$.
0	3680	5490
0,125	3660	5480
0,250	3620	5470
0,375	3560	5440
0,500	3424	5390
0,625	3320	5350
0,750	3160	5280
0,875	2700	5060
1,000	1920	4660
1,125	1100	4060
1,250	300	2935
1,375	160	2500

Les courbes obtenues sont bien symétriques par rapport au centre de l'astre, l'inertie de la pile est donc complètement négligeable.

On remarquera que, en dehors du disque solaire, il existe encore une émission calorifique notable due, partie à la dimension de la soudure, partie à une émission calorifique extérieure à l'image solaire.

L'hypothèse sur la constitution du Soleil, qui semble le mieux s'accorder actuellement avec les faits connus, est que cet astre est composé d'un noyau central entouré d'une série de couches atmosphériques successives. Une correction grossière de l'absorption due à ces atmosphères peut être faite par un calcul analogue à celui que nous avons employé pour corriger nos mesures de l'absorption terrestre (1).

(1) *Comptes rendus*, 22 octobre 1906.

Des mesures faites au sommet du mont Blanc dans d'excellentes conditions atmosphériques ont fourni :

Rayonnement central	$i = 0°$	3640 microvolts
» oblique	$i = 30°$	3480
» »	$i = 45°$	3160

Les deux premières mesures donnent pour I_0 (rayonnement corrigé de l'absorption de l'atmosphère solaire) $I_0 = 4867$ microvolts, la première et la troisième $I_0 = 5121$ microvolts.

En admettant que le noyau central fournit un *rayonnement intégral* (¹), ces deux valeurs fourniraient comme température absolue du noyau :

$$T = 0,705 \sqrt[4]{4867} = 5888° \text{ absolus,}$$
$$T' = 0,705 \sqrt[4]{5121} = 5963° \quad \text{»}$$

Il est bien difficile de faire une hypothèse sur la valeur numérique du pouvoir émissif du noyau central, admis égal à l'unité dans le calcul précédent; on sait cependant que, pour la majorité des corps, le pouvoir émissif tend vers l'unité quand la température s'élève.

Nous avons essayé, par des mesures directes, de voir comment varie le pouvoir émissif avec l'incidence pour quelques corps réfractaires. En prenant comme unité le rayonnement normal, on trouve expérimentalement

Ni^2O^3.........	$i = 0°$	$R = 1,0$	$i = 75°$	$R = 1,0$
MgO..........	$i = 0$	$R = 1,0$	$i = 75$	$R = 0,82$
Platine........	$i = 0$	$R = 1,0$	$i = 75$	$R = 1,27$

On voit d'après ces mesures que l'oxyde de nickel se comporte bien comme un corps noir, son pouvoir émissif ne semblant pas influencé par l'incidence. Le rayonnement oblique de la magnésie est au contraire moindre que son rayonnement normal, tandis qu'au contraire un métal poli donne un rayonnement oblique plus élevé.

Les matières constituant le noyau central sont d'ailleurs dans un état que nous ne pouvons reproduire sur la Terre, étant soumises simultanément à une température énorme et à une pression formidable.

Discussion des mesures et résultats. — Toutes nos mesures de rayonnement,

(¹) Expression heureuse de M. Ch.-Ed. Guillaume pour désigner le *corps noir*.

obtenues au moyen d'un galvanomètre à lecture directe, ne sont exactes qu'à 1 pour 100 près, ce qui conduit à une erreur possible de 2°,5 pour 1000° sur la température. L'erreur absolue sur la température solaire voisine de 6000° est donc de l'ordre de $\pm 15°$.

La correction due à l'atmosphère terrestre conduit à augmenter le rayonnement observé au sommet du mont Blanc de 5 pour 100; celle due aux atmosphères du Soleil, beaucoup plus incertaine, conduirait encore à une augmentation de 37 pour 100 si l'on voulait avoir le rayonnement propre du noyau central. Il faudrait donc multiplier par $\sqrt[4]{1,37 \times 1,05} = 1,09$ la température maxima 5600° observée au sommet pour avoir la température du noyau qui serait ainsi de 6100°.

Toutes les courbes représentatives de l'intensité calorifique des divers points du Soleil que nous avons obtenues sont superposables lorsqu'elles sont tracées à la même échelle; par conséquent, leur forme est indépendante de l'altitude et par suite de l'action de l'atmosphère terrestre, elles semblent indiquer seulement l'effet atmosphérique solaire.

L'emploi du télescope pyrhéliométrique permettra donc d'étudier les variations de l'absorption de l'atmosphère du Soleil et d'en déduire les variations mêmes de l'action totale de cet astre, c'est-à-dire du nombre que l'on a appelé jusqu'ici *constante solaire*.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Étude photographique des raies telluriques dans le spectre infra-rouge*. Note de M. **Milan Štefánik**, présentée par M. J. Janssen.

La méthode photographique a rendu de grands services pour la recherche des raies telluriques en fournissant des documents soustraits aux influences personnelles. Cependant les procédés connus ne suffisent pas pour enregistrer certains détails, ce qui est le cas pour le changement dans le spectre infra-rouge qui se produit pendant les derniers instants du coucher du Soleil. En effet, j'ai fait la remarque que, tandis que quelques raies subissent un renforcement lent, progressif, d'autres changent d'intensité très rapidement, quand le Soleil disparaît dans les brumes de l'horizon. Ici, l'observation oculaire complète les observations photographiques.

La méthode oculaire m'a servi pour faire une première distinction entre les raies dues à l'absorption de la vapeur d'eau et celles provenant d'une

autre origine, en supposant que l'augmentation rapide de l'absorption était produite par la vapeur d'eau.

A ce point de vue, le sommet du mont Blanc (4810^m) est un endroit très favorable, parce que, à midi, les rayons ne subissent que l'action d'une couche d'air relativement faible (à peu près la moitié de l'atmosphère entière) tandis que le matin ou le soir on peut suivre le Soleil quand il a encore une hauteur négative appréciable.

Dans une Note précédente ([1]) j'ai décrit les méthodes, les instruments employés et une partie des résultats obtenus; j'ai ajouté que j'avais exécuté une série de photographies avec des spectroscopes de faible et grande dispersion.

Le spectroscope de faible dispersion avait pour but principal de rechercher la limite photographique et visuelle dans la partie infra-rouge. J'ai dit déjà que le spectre était visible jusqu'à environ 1^μ; les photographies ne reculent pas sensiblement cette limite. Il me reste à examiner quelle pièce du spectroscope (écran?) produit cette absorption générale. Les photographies montrent peu de détails; on y retrouve en dehors de A des groupes voisins des longueurs d'onde 8550, 8670, 9000, 9400, 9600, 10000 et en plus dans les photographies prises près de l'horizon le groupe Z.

Le spectroscope à réseau a donné des photographies plus riches en raies. En comparant celle qui a été obtenue au sommet du mont Blanc, le 2 août (pose 20 minutes à midi), avec l'épreuve du 1er août (à 6^h du soir, pose 27 minutes), on est frappé de leur différence.

Dans la première entre $\lambda 8500$ et A, on retrouve avec peine quelques traces du groupe Z, tandis que, dans la deuxième, le groupe Z apparaît complètement ainsi qu'une série des raies à $\lambda 7950$. Elle ressemble comme disposition à Z, c'est-à-dire qu'elle se compose d'une bande très serrée donnant l'impression d'une raie floue et de deux bandes larges se dégradant en s'éloignant de cette raie centrale.

A $\lambda 8420$ existe une autre bande beaucoup plus faible, probablement tellurique,

χ_1, χ_2, χ_3 semblent d'origine solaire; je suis moins certain pour χ_4. Entre χ_3 et χ_4 se trouvent des raies fines et faibles, qui me paraissent être d'origine tellurique.

Le groupe Π autour de $\lambda 9000$ présente l'aspect de Z plus serré; il ne disparaît pas complètement au zénith, à l'horizon et aux basses altitudes (déjà aux Grands-Mulets à 3000^m) je l'ai vu au contraire intense.

Entre 9050 et 9200 apparaît un groupe tellurique très remarquable. Trois raies doubles se détachent sur lui : $\lambda 9130$-9136, $\lambda 9152$-9156, $\lambda 9175$ qui varient d'intensité par rapport à ce groupe.

La partie moins réfrangible, d'ailleurs, sur la limite photographique obtenue donne des indications vagues; toutefois il me semble que les raies qui y sont visibles sont presque toutes d'origine tellurique.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXLIII, n° 17.

Comme conclusion j'attribue à la vapeur d'eau les groupes λ7950, 8200 (Z), 9150 et probablement 9000 (¹).

Il me reste à identifier les raies dans le spectre infra-rouge par les procédés habituels de laboratoire.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil faites à l'Observatoire de Lyon, pendant le troisième trimestre de* 1906. Note de M. **J. Guillaume**, présentée par M. Mascart.

Les principaux faits qui se déduisent des phénomènes enregistrés dans les 67 jours d'observation de ce trimestre, se résument ainsi :

Taches. — Le nombre des groupes a augmenté environ de moitié (77 au lieu de 50), et leur surface totale d'un tiers seulement (6143 millionièmes au lieu de 4484). Cette augmentation a été plus forte du double (18 groupes) dans l'hémisphère austral que dans l'autre hémisphère (9 groupes), mais la production des taches reste, néanmoins, plus active au nord (46 groupes au lieu de 37) qu'au sud (31 groupes au lieu de 13).

Trois taches ont été visibles à l'œil nu :

Juillet	4,4	à +21°	de latitude
»	30,3	−16	»
Août	1,2	+22	»

Mais la troisième est un retour de la première (signalée déjà p. 631 des *Comptes rendus*); après une troisième apparition, pendant laquelle elle diminuait lentement, du 22 août au 4 septembre, sa décroissance a dû s'accélérer, car elle avait disparu complètement quand sa région est revenue au bord oriental du disque solaire. La deuxième tache appartient à un groupe du 27 juillet (il n'existait pas le 26 au moment de l'observation), qui s'est développé assez rapidement pour devenir visible à l'œil nu trois jours plus tard; après une deuxième apparition (du 20 août au 1er septembre), elle a disparu, comme l'autre, pendant la traversée de l'hémisphère invisible.

Plusieurs groupes se sont fait remarquer par l'intermittence de leur visibilité pendant la traversée du disque et l'on a vu, plus fréquemment que d'habitude, de ces taches voilées sur lesquelles Trouvelot a, le premier, appelé l'attention.

Enfin, il n'y a pas eu de jours sans taches.

Régions d'activité. — On a noté 96 groupes de facules avec une surface totale de 105,3 millièmes, au lieu de 99 groupes et 96,4 millièmes.

Leur répartition entre les deux hémisphères est de 37 au sud au lieu de 36 et de 59 au nord au lieu de 63.

(¹) J'ai désigné dans cette Note la position des groupes par longueur d'onde moyenne de l'ensemble de leurs raies.

TABLEAU I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Juillet. — 0,00.			
26- 7	9	1,6		+11	121
26- 7	9	1,8	−10		307
27- 2	5	2,6		+17	42
29- 7	7	4,3		+10	61
29-10	9	4,4		+21	667
5	1	5,0		+ 4	6
5-10	5	5,3		+17	73
5-10	5	5,4		+11	61
9-11	3	6,3	−13		7
5-12	7	6,3		+21	195
5	1	9,0		+14	5
6-16	8	10,3		+19	81
5- 7	3	10,9		+ 5	12
9-12	4	12,1		+21	11
9-12	4	12,3	−10		7
16-18	3	13,0		+ 3	62
16-17	2	16,3	−14		4
11-21	9	17,0		+18	200
16-19	4	17,6		+ 7	28
13-18	4	18,1		+ 8	17
16-21	6	18,3		+17	22
13-21	7	18,8		+ 8	139
16-21	6	18,8	−12		46
13-21	7	19,2	−21		10
16-21	6	22,2		+ 8	42
18-30	8	24,6		+ 3	316
20-27	4	26,6		+ 6	33
25-30	4	26,6	−10		33
25-30	4	28,7		+ 8	15
25	1	28,8	−10		21
28-30	2	29,0		+14	5
27-28	2	30,2	−10		12
27- 5	6	30,3	−16		747
	20 j.		−11°,7	+11°,8	
		Août. — 0,00.			
27- 6	7	1,2		+22	466
9-13	3	9,2		+ 5	5
13	1	9,2	−22		10
8-17	8	12,2		+17	13
16-17	2	12,3	−17		19
8-17	8	13,4		+18	58
		Août (suite).			
9-18	8	13,7	−18		24
13	1	15,2	−20		2
13-18	2	16,1	−20		5
16-17	2	16,6		+ 7	4
18-25	6	20,6		+11	64
20-25	5	22,0		+ 6	9
21-22	2	22,5	−17		9
20- 1	11	26,6	−18		205
24- 1	8	26,8	− 5		275
27-29	2	27,1		+12	4
24- 1	8	27,4	−10		80
22- 3	10	28,9		+22	206
23- 1	5	31,0	−12		22
	23 j.		−15°,9	+13°,3	
		Septembre. — 0,00.			
29- 1	3	2,8	− 9		9
29- 7	9	4,0		+ 5	122
30- 1	3	4,4		+14	8
31- 8	8	4,5	−10		55
1	1	4,9		+ 8	7
7-10	4	6,2		+26	17
4- 7	3	7,4	− 9		6
3-12	10	8,3		+19	43
13-14	2	9,5		+ 5	72
4-15	11	9,8	−21		141
7-11	3	12,3		+13	7
10-17	7	13,7		+ 9	102
11-17	6	17,0		+ 4	77
12-22	8	17,5		+ 8	237
22-25	3	20,7		+13	15
15-22	5	20,8	−19		33
17-22	2	21,8	− 7		15
26-27	2	22,4	−11		11
24-29	6	23,8	−16		58
21-22	2	25,7		+21	3
25-26	2	25,9		+ 6	4
22-27	5	27,0	−12		13
3- 5	3	29,6	−17		84
25-29	5	30,6		+ 5	5
27- 6	8	30,8	−20		111
	24 j.		−13°,7	+11°,1	

Tableau II. — *Distribution des taches en latitude.*

1906.	Sud. 90°–40°.	40°–30°.	30°–20°.	20°–10°.	10°–0°.	Somme.	Nord. Somme.	0°–10°.	10°–20°.	20°–30°.	30°–40°.	40°–90°.	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Juillet......	»	»	1	4	5	10	23	11	9	3	»	»	33	3408
Août.......	»	»	1	7	2	10	9	3	4	2	»	»	19	1480
Septembre..	»	»	1	6	4	11	14	8	4	2	»	»	25	1255
Totaux...	»	»	3	17	11	31	46	22	17	7	»	»	77	6143

Tableau III. — *Distribution des facules en latitude.*

1906.	Sud. 90°–40°.	40°–30°.	30°–20°.	20°–10°.	10°–0°.	Somme.	Nord. Somme.	0°–10°.	10°–20°.	20°–30°.	30°–40°.	40°–90°.	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Juillet......	»	»	2	8	3	13	25	9	10	6	»	»	38	41,5
Août........	»	»	3	6	1	10	19	5	7	7	»	»	29	36,4
Septembre..	»	2	2	7	3	14	15	6	6	3	»	»	29	27,4
Totaux...	»	2	7	21	7	37	59	20	23	16	»	»	96	105,3

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les ensembles de fonctions.* Note de M. **Frédéric Riesz**, présentée par M. Émile Picard.

1. La plupart des méthodes fécondes de la théorie des ensembles de points ne peuvent être appliquées dans la théorie des ensembles de fonctions. Cependant, en se bornant à des fonctions continues et à convergence uniforme, deux analogies se présentent. D'abord, l'ensemble des fonctions continues définies sur le même ensemble parfait contient un ensemble dénombrable partout dense, par exemple l'ensemble des polynomes à coefficients rationnels. D'autre part, on peut faire correspondre à tout couple de fonctions f_1, f_2 un nombre $(f_1, f_2) \geqq 0$, le maximum de $|f_1 - f_2|$, que nous appellerons l'écart des deux fonctions et qui jouira des deux propriétés suivantes : *a.* l'écart (f_1, f_2) n'est nul que si f_1 et f_2 sont identiques; *b.* si f_1, f_2, f_3 sont trois fonctions quelconques, on a toujours $(f_1, f_2) \leqq (f_1, f_3) + (f_2, f_3)$.

Dans sa Thèse (Paris, 1906), M. Fréchet montre comment une méthode bien connue de la théorie des ensembles de points peut être généralisée pour tous les ensembles présentant avec les ensembles de points les deux analogies ci-dessus, en particulier pour l'ensemble des fonctions continues définies sur le même ensemble parfait. Cette méthode consiste à définir

un ensemble dénombrable de domaines de fonctions de telle façon que la condition nécessaire et suffisante pour que la fonction f soit fonction limite de l'ensemble ε de fonctions soit que chacun de ces domaines qui contient la fonction f contienne au moins une fonction de ε différente de f.

L'application la plus intéressante de cette méthode est, je crois, le théorème que *chaque ensemble isolé de fonctions continues est fini ou dénombrable*. Le théorème reste *a fortiori* vrai, si l'on admet la convergence la plus générale.

2. Envisageons l'ensemble de fonctions continues définies sur un ensemble parfait. On dit que les fonctions f_1, f_2 de l'ensemble sont *orthogonales* si l'intégrale définie de leur produit pris sur l'ensemble parfait est nulle. Un système orthogonal, c'est-à-dire un système de fonctions orthogonales deux à deux, est dit *complet*, s'il n'y a pas de fonction continue orthogonale par rapport à toutes les fonctions du système.

L'année dernière, dans une séance de la Société mathématique, à Göttingen, M. E. Schmidt a énoncé le théorème suivant : *Tout système orthogonal complet est dénombrable.*

Étant donné un système fini de fonctions continues, on construit aisément une fonction continue, orthogonale par rapport à toutes les fonctions du système. Alors un système orthogonal complet ne peut être fini. Ainsi, pour démontrer le théorème de M. Schmidt, il suffit de prouver qu'un système orthogonal est fini ou dénombrable. Or, des propriétés définissant la notion de système orthogonal on déduit que chaque système tel constitue un ensemble isolé. Le théorème de M. Schmidt est donc une application du théorème sur les ensembles isolés. La démonstration donnée par M. Schmidt, mais qu'il n'a pas publiée, repose, comme il vient de me l'apprendre, sur des fondements tout à fait différents.

3. En admettant une notion plus générale de fonction que celle de fonction continue, est-ce que la méthode de M. Fréchet cesse d'être valable? Vraiment, si par exemple pour l'ensemble des fonctions de classes 0 et 1 on introduit la notion de l'écart définie comme pour les fonctions continues, la notion de l'écart ne peut plus être utilisée.

Est-ce qu'on doit chercher de nouvelles méthodes? Est-ce que le théorème sur les ensembles isolés n'a pas son analogue pour une classe plus générale de fonctions? Le concept de système orthogonal peut être défini pour la classe de toutes les fonctions bornées et intégrables sur le même ensemble parfait; soit qu'on admette la notion de l'intégrabilité donnée

par Riemann ou celle de M. Lebesgue, le théorème de M. Schmidt peut-il être généralisé?

Pour le théorème de M. Schmidt, on voit tout de suite une restriction à faire sans laquelle la généralisation serait impossible. En admettant la définition de l'intégrale de M. Lebesgue, il y a des fonctions de l'intégrale nulle (c'est-à-dire des fonctions dont la valeur absolue intégrée sur l'ensemble est nulle) sur chaque ensemble mesurable; alors il n'y aurait pas de système orthogonal complet. On voit que, si l'on veut espérer obtenir quelque résultat, il faut supprimer les fonctions de l'intégrale nulle; il faut les regarder comme équivalentes à la fonction identiquement nulle.

En fait, si l'on regarde comme identiques deux fonctions dont la différence est une fonction de l'intégrale nulle, on peut définir pour les fonctions intégrables une notion de distance, généralisation de la même notion pour les ensembles de points et qui jouira des propriétés analogues à celles de l'écart. On appellera distance $d(f_1, f_2)$ des fonctions f_1 et f_2 la valeur absolue de $\sqrt{\int (f_1 - f_2)^2}$, l'intégrale étant prise sur tout l'ensemble parfait. On n'aura $d(f_1, f_2) = 0$ que si la différence $f_1 - f_2$ est une fonction de l'intégrale nulle; et comme on le prouve aisément, pour trois fonctions quelconques f_1, f_2, f_3, on a $d(f_1, f_2) = d(f_1, f_3) + d(f_2, f_3)$.

Je me bornerai à l'ensemble des fonctions bornées et intégrables au sens de M. Lebesgue, définies sur l'intervalle $0 \ldots 2\pi$. Les raisonnements se généraliseront sans difficulté. Je dirai que la fonction f est fonction limite de l'ensemble E de fonctions, si la limite inférieure de ses distances par rapport à l'ensemble E est 0. Les fonctions dont la différence est une fonction de l'intégrale nulle seront en même temps fonctions limites ou non par rapport au même ensemble. En les regardant comme identiques, la définition donnée de la fonction limite permettra de faire usage de la méthode de M. Fréchet. En fait, les séries trigonométriques finies de coefficients rationnels forment un ensemble dénombrable partout dense, à l'aide duquel on définira un ensemble dénombrable de domaines de fonctions ayant, par rapport au nouveau principe de condensation, les mêmes propriétés que celles dont se sert M. Fréchet. Or, en appliquant le méthode de M. Fréchet, on sera en outre conduit au résultat : *Un ensemble de fonctions bornées et intégrables ne contenant pas deux fonctions qui ne diffèrent que pour un ensemble de mesure nulle et ne contenant aucune fonction limite, est fini ou dénombrable.*

4. Pour généraliser le théorème de M. Schmidt, on réservera la défini-

tion de l'orthogonalité; on fera la restriction qu'un système orthogonal ne contienne aucune fonction de l'intégrale nulle. On définira le système orthogonal complet, comme un système tel qu'il n'y a pas de fonction autre que les fonctions de l'intégrale nulle, orthogonale par rapport à toutes les fonctions du système. Après ces restrictions, le théorème restera valable pour notre classe étendue de fonctions.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les equations différentielles du second ordre et du premier degré dont l'intégrale générale est à points critiques fixes.* Note de M. **Gambier**, présentée par M. Painlevé.

Dans une Note précédente (18 juin 1906) j'ai annoncé que je procédais à une revision minutieuse des Tableaux dressés par M. Painlevé pour les équations $y'' = R(y', y, x)$, où R est rationnel en y' et y et analytique en x. Je rappelle que, par une transformation $Y = \frac{l(x)y + m(x)}{p(x)y + q(x)}$, ces équations peuvent être ramenées à la forme

$$Y'' = A(Y, X)Y'^2 + B(Y, X)Y' + C(Y, X)$$

où A est l'une des huit expressions qu'indique M. Painlevé dans son Mémoire (*Acta mathematica*, 1902, p. 30).

Les Tableaux de M. Painlevé relatifs au cas $A = 0$ et au cas $A = \frac{1}{Y}$ sont complets; mais dans l'application de sa méthode, M. Painlevé avait laissé échapper certaines équations du cas $A = \left(1 - \frac{1}{n}\right)\frac{1}{Y}$; j'ai énuméré ces équations dans deux Notes des *Comptes rendus* (18 et 25 juin 1906).

Comme les résultats de la discussion de ce troisième cas jouent un rôle essentiel dans la discussion des cinq cas suivants, cette omission en entraîne d'autres dans ces cinq cas. Je vais les énumérer ici pour

$$A = \frac{1}{2Y} + \frac{1}{Y-1} \qquad \text{et} \qquad A = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{Y} + \frac{1}{Y-1} + \frac{1}{Y-H}\right).$$

Cas où $A(Y, X) = \frac{1}{2Y} + \frac{1}{Y-1}$. — Une transformation préalable $Y = y$, $x = \lambda(X)$ ou $Y = \frac{1}{y}$, $x = \lambda(X)$, où λ est une fonction algébrique des coefficients de l'équation proposée, permet de ramener cette équation à l'un

des types canoniques déjà donnés par M. Painlevé ou à l'un des nouveaux types suivants (dans tout ce qui suit les lettres q, r désigneront des fonctions analytiques de x, les lettres α, β, γ, δ, ε des constantes numériques) :

$$y'' = y'^2\left(\frac{1}{2y} + \frac{1}{y-1}\right) + \frac{q'}{2q}y' + q\left[\alpha y(y-1)^2 + \beta\frac{(y-1)^2}{y} + \gamma y + \frac{\delta y}{y-1}\right],$$

$$y'' = y'^2\left(\frac{1}{2y} + \frac{1}{y-1}\right) + \left(\frac{q'}{q} - \frac{2qr}{y-1}\right)y' + q^2\left[y\frac{(y-1)^2}{2} + \alpha\frac{(y-1)^2}{2y} + 2(r' - r^2)y\right],$$

$$y'' = y'^2\left(\frac{1}{2y} + \frac{1}{y-1}\right) - \frac{y'}{x} + \frac{1}{x^2}\left[\alpha y(y-1)^2 + \beta\frac{(y-1)^2}{y}\right] + \gamma\frac{y}{x} + \delta\frac{y(y+1)}{y-1}.$$

Les deux premières équations s'intègrent par les fonctions elliptiques, mais la troisième définit une nouvelle transcendante.

Cas où $A(Y, X) = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{Y} + \frac{1}{Y-1} + \frac{1}{Y-\alpha}\right)$. — Les équations correspondantes doivent coïncider avec l'une des deux équations suivantes, dont la première a été donnée par M. Painlevé, et qui s'intègrent toutes deux par les fonctions elliptiques :

$$y'' = \frac{y'^2}{2}\left(\frac{1}{y} + \frac{1}{y-1} + \frac{1}{y-\alpha}\right) + qy',$$

$$y'' = \frac{y'^2}{2}\left(\frac{1}{y} + \frac{1}{y-1} + \frac{1}{y-\alpha}\right) + \frac{q'}{2q}y' + qy(y-1)(y-\alpha)\left[\beta + \frac{\gamma}{y^2} + \frac{\delta}{(y-1)^2} + \frac{\varepsilon}{(y-\alpha)^2}\right].$$

Cas où $A(Y, X) = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{Y} + \frac{1}{Y-1} + \frac{1}{Y-X}\right)$. — L'équation coïncide nécessairement avec l'équation

$$y'' = \frac{y'^2}{2}\left(\frac{1}{y} + \frac{1}{y-1} + \frac{1}{y-x}\right) - y'\left(\frac{1}{y-x} + \frac{1}{x} + \frac{1}{x-1}\right) + \frac{y(y-1)(y-x)}{2x^2(x-1)^2}\left[\alpha - \beta\frac{x}{y^2} + \gamma\frac{x-1}{(y-1)^2} - (\delta - 1)\frac{x(x-1)}{(y-x)^2}\right].$$

Cette équation, d'ailleurs fort remarquable, a été déjà signalée par M. Richard Fuchs à propos du problème de Riemann (*Comptes rendus*,

2 octobre 1905); elle définit encore une nouvelle transcendante, quand α, β, γ, δ ne sont pas tous nuls.

Pour α, β, γ, δ nuls elle a déjà été obtenue et intégrée par M. Painlevé.

PHYSIQUE. — *Sur la valeur relative des étalons lumineux, Carcel, Hefner et Vernon Harcourt.* Note de MM. **A. Perot** et **Laporte**, présentée par M. J. Violle.

Il s'attache un intérêt assez grand à bien connaître les rapports entre elles des valeurs des étalons lumineux à flamme, employés dans les différents pays; aussi est-ce sur la demande de la Commission internationale de photométrie que les recherches dont il s'agit ont été entreprises. Elles ont été exécutées au Laboratoire d'essais du Conservatoire national des Arts et Métiers par MM. Perot et Langlet, et au Laboratoire central d'Électricité par MM. Laporte et Jouaust. Les opérateurs, après avoir fait séparément des mesures nombreuses, se sont réunis pour exécuter des séries de contrôle.

Les déterminations ont été faites soit directement, en comparant simultanément entre elles les trois sources à étudier, soit indirectement, en les comparant à une source électrique intermédiaire.

Sans vouloir entrer dans le détail des opérations et des calculs qui seront publiés ailleurs, il nous paraît intéressant de signaler que, pour accorder entre elles des opérations faites avec des taux d'humidité très différents, variant de 10^l à 18^l de vapeur d'eau par mètre cube d'air sec, il a fallu admettre que l'intensité de la lampe Carcel était affectée par la vapeur d'eau contenue dans l'atmosphère, de la même manière que les deux autres sources, c'est-à-dire admettre pour elle une correction relative d'environ 0,006 par litre de vapeur d'eau contenu dans un mètre cube d'air sec.

Cette correction effectuée, les résultats des mesures sont les suivants :

Rapports :	V. Harcourt-Carcel.	Hefner-Carcel.	Hefner-V. Harcourt.
Mesures directes...	1,009	0,0932	0,0933
Mesures indirectes.	1,000	0,0929	0,0929

Il y a lieu de remarquer que le produit des trois rapports, identique à l'unité dans les mesures indirectes, aurait pu dans les mesures directes différer systématiquement de l'unité, si les teintes des sources avaient influé sur les mesures. Cet effet, s'il existe, est entièrement masqué par les erreurs

accidentelles. A cet égard, les comparaisons directes présentaient un certain intérêt, puisque leur concordance avec les mesures indirectes montre que, pour les sources étudiées, on peut caractériser chaque source par un nombre et introduire ce nombre dans les calculs numériques, bien qu'il résulte d'une impression physiologique.

En résumé, si l'on prend la moyenne des résultats donnés par les deux méthodes, on arrive au Tableau suivant :

	Valeurs des lampes.		
	Carcel.	V. Harcourt.	Hefner.
en Carcel	1	1,004	0,0930
en V. Harcourt	0,996	1	0,0931
en Hefner	10,75	10,74	1

Ces études ont mis une fois de plus en lumière les difficultés d'emploi des étalons à flamme actuels, dont les écarts accidentels peuvent être élevés, qui nécessitent des corrections et ont montré l'intérêt que présenterait un étalon basé sur un phénomène physique aussi indépendant que possible des conditions extérieures, tel par exemple que l'étalon Violle.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la réduction de l'acide molybdique, en solution, par le molybdène et le titrage des solutions réductrices par le permanganate.* Note de M. **M. Guichard**, présentée par M. H. Moissan.

Le degré auquel s'arrête la réduction de l'acide molybdique ou des molybdates, en solution, par les métaux, dépend du métal employé et aussi de l'acidité de la solution.

La réduction se poursuit jusqu'au sel de sesquioxyde par l'emploi, en liqueur acide, du zinc, du cuivre, de l'amalgame de sodium.

Lorsqu'on emploie comme réducteur le molybdène, réduit dans l'hydrogène, l'acidité de la liqueur joue un rôle important.

Si la liqueur renfermant le composé MoO^3 est neutre, l'action du métal se poursuit jusqu'au molybdate de molybdène ou oxyde bleu. Si cette liqueur est assez peu acide, le molybdate de molybdène est encore stable et le métal ne pousse pas plus loin la réduction. Il faut pour cela, comme je l'ai déterminé, que la liqueur renferme moins de 200^g de gaz chlorhydrique par litre, ou moins de 560^g d'acide sulfurique SO^4H^2 par litre.

Au delà de ces concentrations, le molybdate de molybdène est décom-

posé, au moins partiellement, par l'acide, en sulfate ou en chlorure d'un oxyde de molybdène inférieur et en acide molybdique qui reste en solution ([1]). Dans une telle solution, le molybdène métallique peut poursuivre son action réductrice sur l'acide molybdique libéré. La totalité du molybdène dissous est alors amenée à un degré d'oxydation inférieur à celui de l'oxyde bleu. La solution devient brune.

Ce degré inférieur a été fixé à MoO^2 par Berzélius, puis par Rammelsberg ([2]). Je suis arrivé à un résultat différent.

Rammelsberg partait d'une solution chlorhydrique de molybdate d'ammoniaque qu'il mettait en contact avec du molybdène réduit. En poussant la réduction aussi loin que possible, il obtint par des titrages au permanganate des nombres peu concordants. La présence d'acide chlorhydrique rend ces titrages incertains.

Je suis parti du composé MoO^3, SO^3 de Schultze et Sellak.

Ce composé est mis en solution avec une quantité d'acide sulfurique telle que l'oxyde bleu ne puisse se former; on le maintient à l'abri de l'air, en vase bouché ou scellé, au contact de quantités de molybdène pulvérulent dix fois ou vingt fois plus considérables qu'il n'est nécessaire pour la transformation en sulfate de bioxyde.

Après plusieurs mois de contact, on analyse la solution brune obtenue, en évitant le contact de l'air.

Les résultats sont les suivants :

	I.		II.
Molybdène	70,30	70,35	70,63
Oxygène	29,69	29,64	29,36

Ce qui correspond à un sel d'oxyde Mo^2O^5 (calculé : Mo : 70,58; O : 29,41) l'oxyde MoO^2 exigerait : Mo : 75; O : 25.

Méthodes d'analyse. — *Molybdène*. — Un poids convenable de liqueur est évaporé, puis doucement calciné au-dessous du rouge, jusqu'à ce que l'anhydride molybdique qui reste ait un poids constant. Pour cela on suspend, à quelques centimètres au-dessus du liquide contenu dans une capsule, un têt à rôtir et l'on fait passer horizontalement la flamme d'un fort bec de gaz entre la capsule et le têt à rôtir. De cette façon, la liqueur sulfurique est chauffée, à la partie supérieure seulement, par réverbération, et l'évaporation se poursuit jusqu'à sec, sans ébullition et très rapidement. J'ai vérifié que l'on peut ainsi évaporer plusieurs fois de l'acide sulfurique sur de l'anhydride molybdique, sans modifier son poids.

([1]) Guichard, *Ann. de Ch. et de Ph.*, 7e série, t. XXIII, 1901, p. 536.

([2]) Rammelsberg, *Pogg. Ann.*, t. CXXVII, 1864, p. 281.

Oxygène. — Le titrage de l'oxygène se fait au permanganate : on détermine la quantité de liqueur permanganique nécessaire pour faire passer l'oxyde inférieur à l'état d'oxyde MoO^3. Connaissant la quantité de molybdène correspondant, on calcule l'oxygène qui lui était combiné, avant l'action du permanganate.

Le titrage se fait sur une quantité pesée de liqueur que l'on maintient dans une atmosphère d'hydrogène pendant le titrage.

Pour fixer le titre de la liqueur permanganique, on s'adresse d'ordinaire à différents réducteurs qui ont tous été plus ou moins critiqués. Afin d'avoir des résultats de quelque exactitude, j'ai titré le permanganate avec du fer réduit dans l'hydrogène à température élevée : on prépare du sesquioxyde de fer pur par précipitation de chlorure ferrique pur, lavage et forte calcination. On en pèse une quantité convenable que l'on réduit jusqu'à poids constant ; le poids du métal réduit doit être très voisin du poids calculé (trouvé dans différents essais, pour 100 d'oxyde : 70,07 ; 69,99 ; 70,07 ; 70,03 de fer ; calculé : 69,96). Le métal réduit est dissous dans l'acide sulfurique, dans une atmosphère d'hydrogène, puis oxydé avec la liqueur permanganique à titrer. La quantité de liqueur employée est pesée dans une burette de forme spéciale ; on a ainsi moins de causes d'erreurs que dans les opérations en volume et le titrage n'est pas beaucoup plus long.

Possédant du sesquioxyde de fer de pureté vérifiée par réduction dans l'hydrogène, on pourrait aussi l'employer pour titrer des liqueurs permanganiques, en le rendant soluble dans les acides par la méthode connue au bisulfate fondu. On le dissoudrait ensuite et on le réduirait par le zinc pur. J'ai toujours préféré partir du fer réduit.

Ainsi la solution brune obtenue dans la réduction en liqueur acide de l'acide molybdique par le molybdène renferme, non un sel de bioxyde, mais un sel de l'oxyde Mo^2O^5. Si l'on rapproche cette conclusion des résultats trouvés, en employant d'autres réducteurs, notamment par Bailhache (¹) et par Klason (²), on est conduit à penser que le bioxyde de molybdène ne donne pas de sels.

THERMOCHIMIE. — *Chaleurs de combustion et de formation de quelques amines.* Note de M. P. LEMOULT.

Depuis l'époque où M. Berthelot signalait que « l'étude thermique des amines est à peine ébauchée », que leur « chaleur de formation n'a jamais été mesurée » et où il commençait lui-même avec sa bombe calorimétrique cette étude par les triméthyl et mono-éthylamines (*Ann. Ch. et Phys.*, 5ᵉ série, t. XXIII, 1881, p. 244), les mesures de MM. Colson, H. Gautier,

(¹) BAILHACHE, *Comptes rendus*, t. CXXXII, 1901, p. 475.
(²) KLASON, *Ber. chem. Gesell.*, t. XXXIV, 1901, p. 148.

Vignon, Girard et Lhote [1] ont fait connaître les chaleurs de neutralisation et de dissolution de quelques amines, tandis que celles de M. Muller, à l'aide de la « chambre calorimétrique », puis celles de MM. Petit, Stohmann [1], Lemoult (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 1904, p. 1037) donnaient la chaleur de combustion et, par suite, de formation d'un certain nombre de ces composés. Toutefois, l'importante série des amines n'était que très incomplètement connue, surtout au point de vue des chaleurs de combustion et formation, puisque vingt-cinq seulement d'entre elles avaient été étudiées.

En continuant ces mesures, je me proposais de combler cette lacune et de reprendre l'étude des premiers termes de chaque groupe, primaire, secondaire et tertiaire. J'avais en effet constaté, en comparant les résultats connus aux résultats théoriques calculés par la méthode que j'ai instituée, des irrégularités assez capricieuses qui pouvaient provenir des diverses méthodes employées au cours des mesures (*Ann. Ch. et Phys.*, 8e série, t. V, 1905, p. 8), mais qui nécessitaient quelques éclaircissements [2].

L'ensemble de mes déterminations figure au Tableau suivant :

		Chaleurs de combustion.				
	Chaleurs de formation.	Mesurées.	Différences successives.	Calculées.	Appon.	Déterminations antérieures (Berthelot, *Thermochimie*).
			Amines primaires.			
Méthylamine liquide.......	+ 8,7 Cal	258,1 Cal		236 Cal	(1)	Muller : 256Cal,9, gaz.
Éthylamine liquide.........	20,2	409,9	151,8	393	(1)	Berthelot : 409Cal,7, gaz.
Propylamine norm.........	33,1	560,3	150,4	550	(1)	
Butylamines : 1° normale....	43,5	713,2	153,5 [3]	707	(2)	
2° $CH^3-CH^2-CH\langle^{AzH^2}_{CH^3}$..	44,7	712	»	707	(2)	
3° $^{CH^3}_{CH^3}\rangle CH-CH^2-AzH^2$	42,7	714	»	707	(1)	
4° $(CH^3)^3\equiv C-AzH^2$....	40,7	716	»	707	(1)	
Iso-amylamine..............	50,2	869,8	156,0 [3]	864	(2)	Muller : 867Cal,6, liq.
Hexylamine,..............	57,2	1026,1	156,3	1021	(3)	
Heptylamine..............	63,6	1183	156,9	1178	(3)	

(1) Voir, pour la bibliographie, BERTHELOT, *Thermochimie. Lois et données numériques*, t. II, p. 637 et suivantes et p. 834.

(2) Toutes mes déterminations ont été faites avec une bombe calorimétrique Berthelot à revêtement intérieur de platine, sur des amines préalablement analysées (dosage d'azote et essai alcalimétrique) au nombre de vingt-sept.

(3) Calculées sur la moyenne 713Cal,8 des quatre butylamines.

	Chaleurs de formation.	Chaleur de combustion. Mesurées.	Différences successives.	Calculées.	Appon.	Déterminations antérieures (Berthelot, *Thermochimie*).
		Amines primaires.				
	Cal	Cal		Cal		
Aniline..................	— 8,0	815,3		801	(1)	Petit : 818^Cal,5.
β-naphtylamine sol.........	—14,9	1268,4	»	1264	(3)	Lemoult : 1267^Cal,5.
Benzylamine..............	+ 9,6	961	»	958	(3)	Petit : 968^Cal,6.
Camphylamine...........	+67,9	1530,6	»	1539	(2)	
Allylamine...............	— 2,4	526,8	»	523	(2)	
		Amines secondaires.				
Diméthylamine liq.........	+12,2	418,2	2×153,95	403	(1)	Muller : 426^Cal,0, gaz.
Di-éthylamine liq..........	30,1	726,1		717		Muller : 716^Cal,9, liquide; 724^Cal,4, gaz.
			4×156,9			
Di-isobutylamine..........	56,3	1353,6	2×156,6	1345	(2)	
Di-iso-amylamine..........	69,6	1666,9	»	1659	(2)	
Diphénylamine sol.........	—26,1	1537,2	»	1533	(3)	Stohmann : 1536^Cal,9.
Benzyléthylamine..........	+ 8,6	1288,6	»	1282	(3)	
Dibenzylamine......... ...	—23,2	1860,9		1847	(2)	
		Amines tertiaires.				
Triméthylamine liq.........	+15,1	578,3		570	(1)	Muller : 577^Cal; Berthelot, 592^Cal, gaz.
			3×154,1			
Tri-éthylamine liq.........	42,6	1040,7		1041	(3)	Muller : 1038^Cal,3, liq.; 1047^Cal,1, gaz.
			6×155,15			
Tri-isobutylamine.........	91,5	1971,6	4×161,5	1983	(2)	
Tri-iso-amylamine.........	96,7	2456,3	»	2454	(3)	
Tribenzylamine sol........	—57,3	2762,1		2736	(2)	

Parmi les remarques nombreuses que suggère l'examen de ce Tableau et qui seront, ainsi que le détail des expériences, développées dans un Mémoire plus étendu qui paraîtra dans un autre Recueil, j'indiquerai les suivantes :

1° Les quatre butylamines primaires isomères ont même chaleur de combustion et il a été impossible de révéler entre elles à ce sujet d'autres différences que celles qui proviennent d'erreurs expérimentales;

2° L'allylamine, qui possède une liaison éthylénique, montre que la présence de cette singularité n'altère pas l'appoint du groupe AzH^2, puisque sa chaleur de combustion se calcule très exactement par la formule

$$3 \times 102 + 7 \times \frac{55}{2} + 16,5 - 20 + 28 = 523^{Cal}$$

(28^{Cal} étant l'appoint ordinaire de la liaison éthylénique);

3° La camphylamine ne possède point de liaison de ce genre, puisque la valeur calculée, en dehors de cet appoint, s'élève à 1539^{Cal}, l'expérience donnant $1530^{Cal},6$.

Il faut remarquer également la régularité pour chaque groupe d'amines de la série des chaleurs de combustion mesurées. D'un terme à l'autre, la différence (colonne 2) est d'abord inférieure à la valeur théorique : 157^{Cal} (homologie), puis elle augmente graduellement et arrive vers le cinquième terme dans le cas des amines primaires et plus tôt pour les autres au voisinage extrême de cette limite. De même les valeurs calculées (colonne 4) des chaleurs de combustion sont toujours inférieures aux valeurs mesurées (colonne 2), assez notablement au début des séries, puis de moins en moins quand on s'élève dans chacune d'elles; les amines premiers termes ont donc, comme les autres groupes, une surcharge d'énergie sur le chiffre calculé d'après ma théorie, qui s'efface peu à peu, mais qui est chez elles particulièrement élevée : 22^{Cal} : primaires; 15^{Cal} : secondaires; 8^{Cal} : tertiaires. Ce fait s'accorde avec la remarque que l'ammoniac a lui-même une surcharge de $22^{Cal},3$; cet écart originel ne s'efface que par l'effet des substitutions successives et au prix d'une légère exception à la loi de l'homologie.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la xanthone et le xanthydrol.* Note de M. **R. Fosse**, présentée par M. A. Haller.

La xanthone, malgré sa fonction acétone, ne se combine ni à l'hydroxylamine, ni à la phénylhydrazine (R. Meyer, Spiegler) [1].

La benzophénone se conduit comme une acétone normale à l'égard de ces réactifs.

La xanthone différant de la benzophénone, seulement par 1^{at} d'oxygène, orthosubstitué à 2^{at} d'hydrogène

$$C^6H^4 \langle {CO \atop O} \rangle C^6H^4, \qquad C^6H^4 \langle {CO \atop H\ H} \rangle C^6H^4;$$

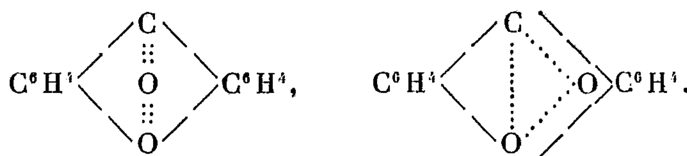
(1) M. Grœbe a préparé l'oxime et la phénylhydrazone de la xanthone, par une voie détournée, en prenant comme point de départ un dérivé de cette cétone, la xanthione,

$$O \langle {C^6H^4 \atop C^6H^4} \rangle CS.$$

Il en résulte la conclusion suivante :

L'atome d'oxygène, fermant le noyau pyronique de la xanthone, paralyse l'action de l'oxygène cétonique sur l'hydroxylamine et la phénylhydrazine.

Pour expliquer cette anomalie fonctionnelle, nous avons, en 1902, émis l'hypothèse d'une attraction exercée entre les deux groupements O et CO. L'un et l'autre des deux schémas peuvent servir à traduire cette manière de voir (¹) :



Le xanthydrol s'unit à froid à l'hydroxylamine et à la semicarbazide.

Le benzhydrol, dans les mêmes circonstances, demeure inaltéré.

Le xanthydrol se distingue du benzhydrol par la présence de 1^{at} d'oxygène, substitué à 2^{at} d'hydrogène

$$C^6H^4\left\langle\begin{matrix}CHOH\\O\end{matrix}\right\rangle C^6H^4, \qquad C^6H^4\left\langle\begin{matrix}CHOH\\H \quad H\end{matrix}\right\rangle C^6H^4.$$

Nous en déduisons une conséquence inverse de la précédente :

L'atome d'oxygène, fermant le noyau pyranolique du xanthydrol, communique à l'oxhydryle du groupement carbinol secondaire la faculté de réagir sur l'hydroxylamine et la semi-carbazide.

Xanthylhydroxylamine : $C^{13}H^{11}O^2N$. — Ce curieux dérivé de l'hydroxylamine se forme rapidement, à froid, par simple contact du xanthydrol et de l'hydroxylamine, en milieu alcoolique. Il cristallise du chloroforme en belles aiguilles. Il résulte de l'élimination de 1^{mol} d'eau entre les deux composants, d'après l'égalité

$$O\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle CHOH + NH^2OH = H^2O + C^{13}H^{11}O^2N.$$

Transformation en dixanthyle, eau et azote. — La xanthylhydroxylamine, chauffée lentement, commence à fondre vers 140°, avec production d'eau et d'azote. Puis le liquide formé se solidifie en aiguilles blanches, fusibles à 204°-205° (n. c.). C'est une nouvelle substance, dépourvue d'azote : le dixanthyle $\left[CH\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle O\right]^2$, dont la for-

(¹) R. Fosse, *Revue générale des sciences pures et appliquées*, octobre 1902, p. 941.

mation est représentée par l'équation

$$2\,C^{13}H^{11}O^{2}N = 2\,N + 2\,H^{2}O + \left[CH\left\langle{C^{6}H^{4} \atop C^{6}H^{4}}\right\rangle O\right]^{2}.$$

Action de l'alcool chlorhydrique à l'ébullition. — On obtient du chlorhydrate d'hydroxylamine, du xanthane et de l'aldéhyde éthylique. La réaction se fait en deux phases. Dans la première, la xanthylhydroxylamine se divise, en présence de HCl, en hydroxylamine, qui passe à l'état de chlorhydrate, et en chlorure de xanthyle instable; dans la deuxième, le sel de pyryle se transforme en xanthane, grâce à la déshydrogénation de l'alcool en aldéhyde

$$C^{13}H^{11}O^{2}N + 2\,HCl = NH^{4}OCl + CH\left\langle{C^{6}H^{4} \atop C^{6}H^{4}}\right\rangle O.Cl,$$

$$CH\left\langle{C^{6}H^{4} \atop C^{6}H^{4}}\right\rangle O.Cl + C^{2}H^{6}O = C^{2}H^{4}O + HCl + CH^{2}\left\langle{C^{6}H^{4} \atop C^{6}H^{4}}\right\rangle O.$$

Xanthylsemicarbazide : $C^{14}H^{13}O^{2}N^{3}$. — Ce corps fond en tube étroit vers 170° et aussitôt produit un dégagement gazeux abondant. Il résulte de l'égalité

$$O\left\langle{C^{6}H^{4} \atop C^{6}H^{4}}\right\rangle CHOH + NH^{2}NHCONH^{2} = H^{2}O + C^{14}H^{13}O^{2}N^{3}.$$

Action de l'alcool chlorhydrique. — Dès qu'une petite quantité de xanthylsemicarbazide prend contact avec ce réactif, il se produit une solution jaune d'or, dont la nuance s'atténue, après quelques instants d'ébullition, en virant au vert. Il se forme du chlorhydrate de semicarbazide, de l'éthanal et du xanthane, d'après les équations

$$C^{14}H^{13}O^{2}N^{3} + 2\,HCl = NH^{2}NHCONH^{2}.HCl + CH\left\langle{C^{6}H^{4} \atop C^{6}H^{4}}\right\rangle O.Cl,$$

$$CH\left\langle{C^{6}H^{4} \atop C^{6}H^{4}}\right\rangle O.Cl + C^{2}H^{6}O = C^{2}H^{4}O + HCl + CH^{2}\left\langle{C^{6}H^{4} \atop C^{6}H^{4}}\right\rangle O.$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Condensation des chlorures de benzyle o- et p-nitrés avec l'acétylacétone.* Note de M. **H. Mech**, présentée par M. A. Haller.

Action du chlorure de benzyle p-nitré sur l'acétylacétone sodée. — Le mélange d'acétylacétone sodée, en solution dans l'alcool absolu, et de chlorure de benzyle *p*-nitré, en proportions équimoléculaires, a été chauffé à l'ébullition, pendant 2 à 3 heures. La solution noircit, il se dépose un précipité. Celui-ci, lavé à l'alcool, puis à l'eau, jusqu'à cessation de précipité par le nitrate d'argent, puis à l'alcool et à l'éther, laisse un résidu solide,

très léger, cristallin, insoluble dans l'eau, l'alcool, l'éther, d'une solubilité très faible dans l'acétone et le chloroforme. Point de fusion : 229°.

Les résultats obtenus dans l'analyse de ce corps s'écartent des chiffres correspondant à la réaction prévue, qui donnerait naissance au corps :

$$\underset{4}{NO^2}C^6\underset{1}{H^4} - CH^2CH\begin{cases} COCH^3 \\ COCH^3 \end{cases}.$$

Ils correspondent à la formule du dérivé dibenzylé :

$$CH^3CO\overset{\diagup CH^2\underset{1}{C^6}H^4\underset{4}{NO^2}}{\underset{\diagdown CH^2\underset{1}{C^6}H^4\underset{4}{NO^2}}{C}}COCH^3 \qquad \text{(di-}p\text{-nitrobenzylacétylacétone).}$$

Le liquide alcoolique de la réaction précédente, séparé du précipité, donne, par évaporation de l'alcool ou addition d'eau, séparation d'un liquide goudronneux. Mis en contact avec l'acide chlorhydrique ou la soude étendus, ce liquide cristallise en partie. Les cristaux obtenus ont été purifiés par recristallisation dans l'éther. Ce corps se présente sous forme de longues et fines aiguilles, incolores, très solubles dans l'alcool et l'éther. Point de fusion : 40°-41°. L'analyse a montré que ce corps résulte de l'hydrolyse par la soude du dérivé monosubstitué, qui existerait dans le liquide goudronneux :

$$\underset{4}{NO^2}C^6\underset{1}{H^4}CH^2CH\begin{cases} COCH^3 \\ COCH^3 \end{cases} + NaOH = CH^3COONa + \underbrace{\underset{4}{NO^2}C^6\underset{1}{H^4}CH^2CH^2COCH^3}_{p\text{-nitrophénylbutanone}}.$$

Le composé précédent a été chauffé en solution alcoolique, avec du chlorhydrate d'hydroxylamine et du carbonate de soude pendant 2 heures. Par refroidissement, il se forme des cristaux en aiguilles mamelonnées ou en lames groupées en faisceaux, fondant à 120°. Ces cristaux, très solubles dans l'alcool chaud, recristallisent facilement par refroidissement.

L'analyse a montré que ce corps est l'oxime du corps précédent :

$$\underset{4}{NO^2}C^6\underset{1}{H^4}CH^2CH^2\underset{\|\atop NOH}{C} - CH^3$$

Il réduit le réactif cupropotassique et se dissout dans l'acide chlorhydrique en régénérant la cétone corespondante.

La phénylhydrazine détermine, dans une solution alcoolique du composé $\underset{4}{NO^2}C^6\underset{1}{H^4}CH^2CH^2COCH^3$, un précipité cristallin, légèrement jaune, qui doit être sa phénylhydrazone, bien que le chiffre obtenu dans le dosage de l'azote ait été un peu inférieur au résultat prévu, ce qui tient sans doute à

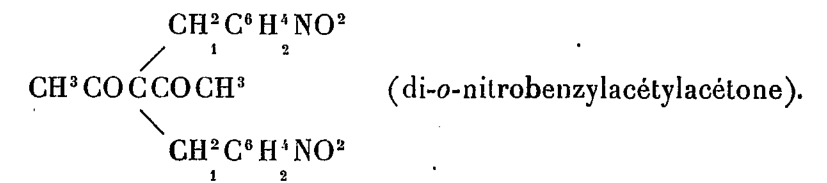
son instabilité. Ce corps, en effet, se décompose rapidement, en donnant un liquide rouge, visqueux.

Action du chlorure de benzyle o-nitré. — La réaction a été conduite comme dans le cas du dérivé *p*-nitré. Le mélange a été chauffé 1 heure 30 minutes environ. Il se forme un précipité qui est uniquement du chlorure de sodium (quantité sensiblement théorique).

En laissant reposer le liquide alcoolique, il s'est formé des cristaux prismatiques groupés en étoiles, fondant à 123°, très peu solubles dans l'alcool et l'éther, peu solubles dans le chloroforme. Il se sépare en même temps un liquide goudronneux.

Les cristaux ont été purifiés par lavage à l'alcool et à l'eau.

L'analyse a montré que ce corps est analogue à celui obtenu avec le dérivé *p*-nitré, ce serait donc le dérivé dibenzylé :



(di-*o*-nitrobenzylacétylacétone).

MINÉRALOGIE. — *Sur l'existence en Corse de porphyres quartzifères alcalins et sur un remarquable gisement d'orthose.* Note de M. **Deprat**, présentée par M. Michel Lévy.

I. Dans une série de Notes (¹) nous avons récemment décrit en détail le massif des roches sodiques (granites, granulites et pegmatites, microgranulites à riébeckite et ægyrine), qui s'étend au nord d'Evisa, de la rivière de Porto au Capo alla Cuculla et montré leur extension. Dans une récente campagne nous avons pu nous assurer que les roches similaires de la haute vallée de la Ficarella signalées près de Bonifacio, par M. Nentien (²), qui forment le coin N.-E. de la feuille de Vico, s'étendent jusqu'à

(¹) J. Deprat, *Note préliminaire sur les granulites sodiques de Corse* (*B. S. G. F.*, 4ᵉ série, t. V, 1905, p. 630). — *Les roches alcalines des environs d'Evisa* (*Corse*) (*Comptes rendus*, 15 janvier 1906). — *Étude pétrographique des roches éruptives sodiques de Corse* (*B. C. G. F.*, t. XVII, août 1906).

(²) Nentien, *Étude sur la constitution géologique de la Corse*. Impr. nationale, Paris, 1897.

la vallée de Taïta ; passant sous la masse des coulées de rhyolites (porphyres pétrosiliceux) de la haute vallée du Fango, elles viennent se confondre avec le massif des roches granitoïdes sodiques du massif de la Cuculla ; les coulées rhyolitiques épanchées lors de l'époque permienne dans une vaste vallée creusée dans les massifs éruptifs antérieurs au Carboniférien, les ont ainsi recouvertes en partie, scindant la masse primitive en deux parties. Ceci augmente singulièrement le domaine de ces roches intéressantes qui forment ainsi un massif de 27^{km} environ de longueur sur 12^{km} de large. Nous avions observé dans cette masse des types de structure très variés allant du granite aux différents types de microgranulites, mais nous n'en avions pas trouvé où la pâte microcristalline allât jusqu'à la texture cryptocristalline. Or nous avons trouvé cette année, dans le massif septentrional, dans la haute vallée de Taïta, tributaire du Fango, une série de roches filoniennes allant de la microgranulite au porphyre pétrosiliceux à pâte microfelsitique composée d'un mélange granulaire de feldspath et de quartz extrêmement ténus. Cette structure cryptocristalline est bien originale et nullement secondaire, c'est-à-dire ne provient pas d'une dévitrification postérieure. Ces filons sont généralement très minces, ne dépassant pas $0^m,50$, ordinairement de $0^m,20$ à $0^m,30$ d'épaisseur, de couleur sombre, grise ou bleu foncé, tranchant sur la teinte rosée de la roche granitoïde encaissante.

Le type le plus ordinaire montre des phénocristaux peu abondants de *quartz* et d'*anorthose* noyés dans une pâte cristalline à peine visible au microscope, formée de *feldspath* et de *quartz*. Dans l'ensemble sont noyés de fins microlites d'*œgyrine*, extrêmement nombreux. La *riébeckite* existe parfois sous forme de petites baguettes très fines, soit seule, soit associée à axes parallèles à l'*œgyrine;* elle est moins abondante que le pyroxène et manque parfois complètement. Le *zircon* est fréquent dans certains cas. La pâte vitreuse fait toujours défaut.

Les roches filoniennes se rattachent étroitement par leur composition chimique et minéralogique et par leur texture aux porphyres granitiques à ægyrine du type de Grorud (grorudite de Brögger). Ce sont les dernières manifestations du magma qui donna naissance à l'énorme amas de roches granitoïdes sodiques de la feuille de Vico. D'abord eut lieu la mise en place, sous forme d'amas intrusifs, des granites et granulites à silicates ferrosodiques avec leur cortège de pegmatites. Postérieurement les microgranulites, micropegmatites, porphyres microfelsitiques de même composition minéralogique furent injectés dans les fissures de la masse antérieurement

consolidée. Ce fut le dernier écho de ce cycle de manifestations éruptives. Celles-ci ne reprirent qu'avec les éruptions orthophyriques du Carbonifère (trachytes anciens à hypersthène d'Osani).

II. Ce gisement s'observe sur la limite même du village de Partinello (feuille de Vico, quart N.-E.), sur le chemin muletier qui mène au col de Melza. La roche qui renferme les cristaux est une microgranulite très altérée. On les extrait assez facilement de la roche, bien qu'ils soient fragiles; leurs faces sont parfaitement polies, la plupart étant d'une fraîcheur parfaite; ils sont jaunes ou blanc rosé. Par leur rare état de conservation, leurs grandes dimensions, ils peuvent rivaliser avec ceux des plus célèbres gisements français. De plus, ils offrent de multiples combinaisons.

Cristaux simples. — On observe les deux types ordinaires : l'un allongé suivant l'arête $pg^1(001)(010)$, dans lequel le développement à peu près égal de ces deux faces donne au cristal l'aspect d'un prisme quadrangulaire; la longueur atteint 6^{cm} dans les plus gros échantillons, la moyenne étant de 2^{cm}. Ce type est moins fréquent que celui qui présente l'aplatissement sur $g^1(010)$ avec allongement suivant l'axe vertical. Ces deux formes simples sont très riches en faces; on observe toujours $p(001)$, $g^1(010)$, $g^2(130)$, $m(110)$, $a^{\frac{1}{2}}(\bar{2}01)$, $b^{\frac{1}{2}}(\bar{1}11)$, $e^{\frac{1}{2}}(021)$. Les faces $g^2(130)$, $b^{\frac{1}{2}}(\bar{1}11)$ et $e^{\frac{1}{2}}(021)$ sont toujours très bien développées. Les cristaux du second type ont en moyenne $2^{cm},5$ de long; j'en ai recueilli de 7^{cm}.

Cristaux maclés. — Plus abondants que les cristaux simples, ils offrent d'intéressantes combinaisons de macles entre elles ou avec des cristaux simples, semblablement à ce que l'on observe dans le gisement bien connu de Four-la-Brouque. La macle de Four-la-Brouque (ou de Manebach) est rare et toujours petite ainsi que celle de Baveno. Au contraire, celle de Carlsbad est remarquablement répandue et forme les deux tiers des échantillons; certains sont de grande taille et atteignent 7^{cm}; la macle est souvent formée de deux cristaux d'égales dimensions aplatis suivant $g^1(010)$; elle a lieu soit par accolement, soit par pénétration. Nous avons observé des combinaisons semblables à certaines de celles qui ont été déduites par M. Gonnard (1) et M. Lacroix (2). Très fréquente est la combinaison de deux macles de Carlsbad suivant la loi de l'albite.

J'ai également recueilli des groupements de macles de Carlsbad avec cristal simple, de macle de Carlsbad et de Four-la-Brouque, de Four-la-Brouque avec cristal simple et d'autres combinaisons rares non signalées à ma connaissance, notamment l'union de deux macles de Carlsbad disposées en sorte que leurs axes étant parallèles les

(1) *Bulletin de la Société de Minéralogie,* t. VI, 1883, p. 265; t. VIII, 1885, p. 307; t. XI, 1888, p. 177.

(2) *Minéralogie de la France et des Colonies,* t. II, Paris, Baudry, 1897.

deux groupes s'interpénètrent de façon que g^1 (010) de l'un des groupes devient exactement parallèle à g^2 (130) et les faces g^1 (010) des deux systèmes forment un angle très ouvert.

Ces diverses formes seront ultérieurement figurées.

BOTANIQUE. — *Sur la reproduction du Figuier.* Note de M. **Leclerc du Sablon**, présentée par M. Gaston Bonnier.

On sait que les Figuiers ont deux sortes de fleurs femelles. Les unes, à style long, se trouvent dans la plupart des figues comestibles et notamment dans les figues de Smyrne, qui renferment normalement des graines développées. Les autres, à style court, sont portées par certains Figuiers appelés Caprifiguiers, dont les figues ne sont, en général, pas comestibles; l'ovaire de ces fleurs se développe, mais, à la place de graine, renferme la larve d'un insecte du genre Blastophage, qui est l'agent de la pollinisation du Figuier; ce sont, comme on dit, des fleurs galles. Les faibles dimensions du style permettent au Blastophage, qui enfonce son oviducte dans le stigmate, de loger son œuf dans le nucelle, ce qui est impossible lorsque le style est long. On peut donc dire que le style court constitue une adaptation à la symbiose du Figuier et du Blastophage. L'importance de ce dimorphisme des fleurs femelles a été mis en évidence par les observations de Solms-Laubach. Cependant, les figues de la seconde récolte du Caprifiguier, celles qui mûrissent en automne, renferment quelquefois des graines, mais très peu. Solms-Laubach n'a trouvé que 20 graines dans 40 figues, mais l'état des matériaux ne lui a pas permis de reconnaître si les fleurs qui avaient produit ces graines étaient à style long ou à style court. Néanmoins, les auteurs qui, depuis, se sont occupés de la question, ont admis une spécialisation complète des deux sortes de fleurs; les fleurs à style long, adaptées à la production des graines, étant incapables de recevoir le Blastophage et les fleurs à style court, adaptées à la symbiose avec le Blastophage, étant considérées comme incapables de produire des graines.

L'étude de Caprifiguiers ayant poussé spontanément dans les départements du Gard, de Vaucluse et de l'Ardèche m'a montré que le Blastophage existe normalement dans cette région, ce qui, je crois, n'avait pas été signalé. De plus, dans les figues de la troisième récolte de l'un de ces Caprifiguiers, c'est-à-dire dans les figues qui passent l'hiver sur l'arbre et mûrissent au printemps, j'ai observé, au milieu de fleurs galles habitées

par le Blastophage, de nombreux akènes renfermant des graines bien développées, avec un embryon et un albumen semblables à ceux des figues de Smyrne. J'ai constaté de plus que les fleurs qui avaient produit ces graines étaient à style court comme les fleurs galles.

Cette observation montre d'abord que les Caprifiguiers peuvent produire des graines non seulement dans les figues d'automne, mais encore dans les figues d'hiver, ce qui n'avait pas été observé. En second lieu, la production de graines par des fleurs à style court montre que la spécialisation des deux sortes de fleurs femelles n'est pas complète, au moins pour ce qui concerne les fleurs à style court. Celles-ci sont aptes tout autant à produire des graines qu'à nourrir le Blastophage. Le Caprifiguier ne doit donc pas être considéré, ainsi qu'on l'a fait souvent, comme le mâle du Figuier ayant pour rôle de produire le pollen et de nourrir l'insecte destiné à transporter ce pollen sur un individu femelle. C'est une plante monoïque avec des fleurs mâles et des fleurs femelles normalement constituées et pouvant être prise comme le type d'une espèce. Les figues de la première récolte, mûres en été, renferment des fleurs mâles qui produisent le pollen et des fleurs femelles qui nourrissent le Blastophage; sorti de ces figues, le Blastophage, couvert de pollen, entre dans une figue de la seconde ou de la troisième récolte qui ne renferme normalement que des fleurs femelles et là peut, soit déposer ses œufs dans les ovaires, ce qui assure la conservation de son espèce, soit polliniser certaines fleurs qui produiront des graines destinées à reproduire le Caprifiguier. Mais les fleurs qui produisent les graines ont exactement la même constitution que les fleurs galles.

ÉNERGÉTIQUE BIOLOGIQUE. — *Sur l'équivalent moteur du travail résistant, en énergétique animale.* Note de M. **Jules Lefèvre**, présentée par M. Dastre.

Lorsqu'on lève et abaisse un poids par un mouvement de va-et-vient, le travail de la pesanteur *est nul.*

D'ailleurs, au sens purement mécanique, il est clair que le travail des forces du bras, à chaque moment égal et contraire, pendant ce va-et-vient, au travail de la pesanteur, *est* lui-même *nul.* A cet égard, il n'y a aucun doute.

Mais alors, après avoir élevé et abaissé un poids, après avoir monté et descendu un escalier, devra-t-on dire que l'on a fait un travail *nul?*

Assurément non; car il est certain, *a priori*, qu'à la descente comme à la montée il y a eu un *travail* et, dans les deux cas, *dépense* d'énergie.

La notion mécanique pure, strictement exacte, cela va sans dire, est donc insuffisante; elle laisse pour le moins dans l'esprit du physiologiste une équivoque, une contrainte et peut-être une erreur.

C'est pourquoi je propose de la compléter par l'introduction en Physiologie, dans nos calculs d'énergétique animale, d'une nouvelle quantité que j'appelle *équivalent énergétique moteur du travail résistant* (1), (2). Je m'explique.

Entre le travail moteur, la dépense d'énergie et le rendement, on a la relation fondamentale

$$D = \frac{\mathfrak{T}}{r}, \tag{1}$$

relation qui exprime que r est le rapport entre le travail et la dépense.

Étendant cette relation au travail résistant, on aura évidemment

$$D' = \frac{\mathfrak{T}'}{r'}.$$

Cette dernière équation peut s'écrire

$$D' = \frac{1}{r} \times \frac{r}{r'} \mathfrak{T}'. \tag{2}$$

Ajoutons maintenant membre à membre les équations (1) et (2), il viendra pour la dépense des deux travaux

$$D + D' = \frac{1}{r}\left(\mathfrak{T} + \frac{r}{r'}\mathfrak{T}'\right). \tag{3}$$

Les équations (1) et (3) sont de même forme; elles ont l'une et l'autre pour deuxième membre le quotient d'un travail par le rendement r du travail moteur. La parenthèse de l'équation (3) représente donc le travail moteur qui aurait demandé même dépense d'énergie que les travaux $\mathfrak{T}$ et $\mathfrak{T}'$.

Dès lors $\mathfrak{T} + \frac{r}{r'}\mathfrak{T}'$ donnera la mesure du *travail total* de l'organisme, et la quantité $\frac{r}{r'}\mathfrak{T}'$ sera cette grandeur *de même* espèce et de même signe que $\mathfrak{T}$,

(1) Plus simplement *équivalent moteur du travail résistant*.

(2) J'ai récemment développé cette théorie au premier Congrès international d'Hygiène alimentaire, octobre 1906.

additive comme $\mathfrak{T}$, que j'ai proposé d'appeler l'*équivalent énergétique moteur du travail résistant*.

La règle suivante la définit :

Règle de réduction d'un travail résistant en travail moteur énergétiquement équivalent. — Pour effectuer cette réduction, il suffit de multiplier par $\frac{r}{r'}$ la valeur absolue du travail résistant.

Au total, on a :

Équivalent moteur du travail résistant...	$\frac{r}{r'}\mathfrak{T}'$
Travail total..........................	$\mathfrak{T}+\frac{r}{r'}\mathfrak{T}'$
Dépense totale.........................	$\frac{1}{r}(\mathfrak{T}+\frac{r}{r'}\mathfrak{T}')$

A vrai dire, les valeurs de r et de $\frac{r}{r'}$ sont peu connues. On sait cependant par des recherches directes ou indirectes ([1]) que le rendement utile r reste, dans les conditions normales de travail, voisin de 20 à 25 pour 100 pour l'homme et les animaux.

Quant à $\frac{r}{r'}$, la théorie nous apprend déjà, *a priori*, que ce rapport est inférieur à 1 et les belles recherches de M. Chauveau sur la roue de Hirn tendent en outre à fixer sa valeur dans le voisinage de $\frac{1}{2}$. Acceptons donc, au moins provisoirement ([2]), ces nombres. Nos formules deviendront :

Équivalent moteur de $\mathfrak{T}'$..................	$\frac{\mathfrak{T}'}{2}$
Travail total............................	$\mathfrak{T}+\frac{\mathfrak{T}'}{2}$
Dépense totale...........................	$\frac{1}{5}\left(\mathfrak{T}+\frac{\mathfrak{T}'}{2}\right)$

Appliquons ces formules : soit une ascension de 3000^{m} suivie d'une descente de 2000^{m}. Avec mes charges, je pèse 70^{kg}.

Mon travail sera donc $70\times3000+\frac{70\times2000}{2}=70\times4000=280000^{kgm}$;

([1]) Grandeau et Leclère, Müntz, A. Gautier, Atwater, Chauveau, etc.

([2]) Évitons tout malentendu. Je n'attribue à ces chiffres aucune portée décisive ni en théorie ni en pratique. Mais, là où l'esprit ne se posait encore sur rien de précis, j'offre un premier appui.

c'est-à-dire qu'il m'aurait fallu faire 280000^{kgm} de *pur travail d'ascension* pour avoir la même dépense d'énergie que celle du travail *mixte* précédent.

On voit l'importance pratique de cette théorie et des formules qui en dérivent.

Application à l'évaluation du travail de la marche horizontale. — Remarquons d'abord que l'expression *travail de la marche horizontale* est incorrecte et doit être remplacée par celle-ci : *équivalent énergétique moteur de la marche horizontale.*

Quoi qu'il en soit, l'analyse de chaque pas montre, comme l'a fort bien établi Marey, l'existence d'oscillations verticales et horizontales du corps, comprenant chacune une phase de travail moteur et une phase de travail résistant. Marey, dans son évaluation du travail total de l'oscillation, attribue au travail résistant *la même valeur* qu'au travail moteur. Pour l'oscillation verticale d'amplitude h, par exemple, il met au compte d'un organisme de poids P, à chaque pas, un travail égal à $2Ph$.

Cette évaluation doit évidemment, d'après la théorie précédente, être remplacée par $Ph\left(1 + \frac{r}{r'}\right)$ [1], soit environ $\frac{3}{2}Ph$.

Les chiffres de Marey sur le travail de la marche horizontale me paraissent donc trop élevés; ils doivent, toutes conditions égales, subir une réduction d'environ $\frac{1}{4}$.

A 4 heures l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures un quart.

M. B.

---

(1) Il serait puéril d'objecter que, les demi-oscillations de soulèvement et de descente étant les mêmes, le travail est le même. Ce serait pour le moins un postulat. Certes, dans les deux cas, on se sert du produit Ph; mais, pour la descente, on ne doit prendre que la fraction $\frac{r}{r'}$ de ce produit.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 19 NOVEMBRE 1906.

PRÉSIDENCE DE M. H. POINCARÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les inflorescences des* fougères à graines *du Culm et du terrain houiller*. Note de M. **Grand'Eury** (¹).

On n'a pas été peu surpris d'apprendre que la plupart des fougères du terrain houiller sont les feuilles de plantes ayant mûri des graines; mais pourquoi est-on resté jusqu'à ces temps derniers sans s'en apercevoir? A cette question, posée comme un doute, la réponse est simple. C'est que ces plantes ont porté leurs organes de reproduction sur des appareils spéciaux séparés des feuilles, c'est-à-dire sur des inflorescences indépendantes. Les Névroptéridées sont, en effet, si constamment dépourvues de toute fructification, que l'on est en droit d'envisager comme un cas en quelque façon tératologique le seul fragment de *Nevropteris heterophylla* Br. où M. Kidston a trouvé une unique graine attachée. En réalité, actuellement, on ne connaît que deux exceptions à la règle, deux fougères déterminables pourvues normalement de graines, l'*Aneimites fertilis* Wh. et le *Pecopteris Pluckeneti* Sch.

Une conséquence de cette indépendance d'organes toujours désunis à l'état fossile est que l'on n'a pour ainsi dire aucune chance de trouver des graines attachées à la plupart des Ptéridospermées, si bien que l'on pourrait désespérer de les connaître jamais, si ne s'offrait un nouveau moyen d'investigation, celui de les rechercher sur le terrain parmi les restes

(¹) Envoyée à la séance du 12 novembre 1906.

des mêmes plantes dans les schistes qui ne renferment pas d'autres fossiles. C'est du moins ainsi que je crois être parvenu, après des vérifications répétées, à discerner les graines des genres *Sphenopteris*, *Alethopteris*, *Nevropteris*, *Linopteris*, *Odontopteris*, *Callipteris*, *Doleropteris*, et à distinguer celles des espèces *Alethopteris Grandini* Br., *Linopteris Brongniarti* Gut., *Odontopteris Reichiana* Gut. Et une raison d'espérer que, à cet égard, la méthode suivie peut conduire à des résultats définitifs est que, après de nouvelles observations, je n'ai rien à changer aux attributions annoncées il y a deux ans (¹), sinon que les *Callipteridium* sont souvent accompagnés de graines rondes à mince testa, assimilables aux *Sphærospermum* Br.

C'est également sur le terrain qu'ont été reconstituées ou découvertes les inflorescences suivantes des fougères du Culm et du terrain houiller, celles du Permien venant d'être signalées (²).

Inflorescences femelles. — Dans le Culm supérieur de Bretagne, où les graines abondent avec les *Sphenopteris* sans leur être fixées, on trouve les éléments de deux modes d'inflorescence : 1° des involucres à lobes étalés entourant parfois de petites graines sillonnées (³) et portés au bout de pédicelles courts et égaux; ce qui dénote une inflorescence de *Calymmatotheca;* 2° d'autres graines de plusieurs espèces terminant de longs pédicelles inégaux embranchés eux-mêmes sur les derniers rameaux de certains stipes modifiés de *Sphenopteris*, ce qui dénote une inflorescence dont le *Lampsana communis* Lin. donne une image d'autant plus complète que, soit fermées, soit ouvertes à bord denté, ces graines ressemblent, de forme non de fond bien entendu, aux péniclines de cette Composée, et même ne sont que des involucres cupuliformes fortement lignifiés ; l'examen de milliers de ces fossiles m'a, en effet, fait apercevoir, dans l'intérieur des plus jeunes, des semences uniques rudimentaires identiques aux graines détachées qui accompagnent lesdits involucres : graines véritables à minces testa, à sommet radié et base d'attache parfaitement marquée et délimitée.

Dans le Wesphalien du Pas-de-Calais, où les « graines de fougères » sont déjà fort variées, se trouvent, avec les *Alethopteris*, *Nevropteris*, *Linopteris*, les mêmes genres de graines qu'à Saint-Etienne avec leurs congénères.

Dans le Stéphanien où les Névroptéridées forment, comme masse, le quart de la végétation fossile, il est à noter que les *Odontopteris*, les *Linop-*

(¹) *Comptes rendus*, 1904, p. 784.
(²) *Comptes rendus*, 1906, p. 664.
(³) *Comptes rendus*, 1905, p. 812.

teris, les *Alethopteris* forment, avec leurs graines respectives, trois groupes simples vis-à-vis des *Nevropteris* tous nouveaux venus comme à Commentry, plus variés encore, comprenant des formes odontoptéroïdes, auxquels sont associés plusieurs types et genres de graines.

De l'*Alethopteris Grandini*, l'inflorescence a été figurée il y a longtemps (1) sous le nom de *Pachytesta gigantea* Br. De l'*Odontopteris Reichiana*, les menues graines à 24 ailes ont été trouvées, jeunes, attachées sur deux rangs à un axe rayé comme les rachis de cette fougère. Du *Linopteris Brongniarti*, les nombreuses graines, de grosseur moyenne, hexagones, vêtues d'une large chemise de nature épidermique, se rencontrent très souvent collées, accrochées au nombre de deux, trois ou plus, comme les graines de *Nevropteris* dont elles partagent vraisemblablement le mode d'inflorescence. Des *Nevropteris*, je possède plusieurs inflorescences dont trois avec graines mûres et par suite identifiables aux graines que la communauté de gisement a fait rapporter à ces fougères : savoir, l'une à graines hexaptères, une autre à graines triptères déhiscentes, et la troisième formant un genre à part, composée d'involucres globulaires fibreux et terminée par une feuille de *Nevropteris;* pareils involucres contiennent de jeunes semences; ces semences s'accordent avec des graines à testa épais, rondes et néanmoins susceptibles de se partager en trois valves, et ces involucres et ces graines gisent en égal nombre avec les feuilles et stipes d'un *Nevropteris cordata* Br. dont toutes les parties se trouvent ainsi enfouies dans le même banc de schiste.

Ces diverses inflorescences sont très courtes, ressemblant à de petits bouquets de graines serrées; on les trouve parfois plusieurs ensemble, les unes tout à côté des autres et connexes, et, comme les graines de Névroptéridées sont en outre souvent rassemblées en tas comme celles des *Callipteris*, il n'est pas téméraire de présumer que les inflorescences femelles de ces plantes formaient de grands épis composés, chargés de graines distiques.

Après B. Renault, j'ai trouvé groupées en capitule, sinon des *Stephanospermum* Br., du moins de petites graines de mêmes formes et dimensions dont quelques-unes s'ouvrent en trois valves comme beaucoup de graines de fougères, mais je n'ai pas réussi à les rapprocher de ces plantes, non plus que les *Ptychotesta* Br. et nombre d'autres types de graines silicifiées ou en empreintes.

Fleurs mâles. — M. Kidston, venant de faire connaître la constitution anatomique d'un *Crossotheca* (2), estime que toutes les fructifications analogues représentent

(1) *Flore carbonifère*, Pl. XVI, fig. 5.

(2) *Phil. trans. Roy. Soc. of London*, 1906, p. 413.

des fleurs mâles de fougères. On sait que ces fructifications font partie des *Sphenopteris Höninghausi* Br., *Boulayi* Zeil., *Crepini* Zeil. *bifida* L. et H. Dans ces fougères, tout au moins, les fleurs mâles ne sont pas séparées des feuilles comme les graines.

A Saint-Étienne les fleurs mâles sont différentes et indépendantes des feuilles; elles paraissent variées, mais sont mal conservées.

Toutefois j'ai été assez heureux de découvrir à l'extrémité de plusieurs frondes en vernation de *Pecopteris Pluckeneti,* à la place des réceptacles, des groupes étoilés d'anthères très charbonneuses, et les nombreux exemplaires fructifiés recueillis de cette fougère m'ont encore permis de constater que, même chez ce singulier *Pecopteris,* les fleurs mâles n'habitent pas les mêmes frondes que les graines.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** invite l'Académie à procéder à la désignation de deux candidats à une place d'Astronome titulaire vacante à l'Observatoire de Paris, conformément aux dispositions de l'article 10 du décret du 21 février 1898.

(Renvoi à une Commission composée des trois Sections de Géométrie, d'Astronomie, de Géographie et Navigation et du Secrétaire perpétuel pour les Sciences mathématiques.)

M. le **Ministre de l'Instruction publique** informe également l'Académie que le D[r] *F.-F. Lavtchinski,* agent commercial de la République française à Vladivostock, doit se rendre l'été prochain au Kamtchatka, en mission. Il se met à l'entière disposition des savants et des explorateurs pour les guider dans cette région et leur faciliter les études qu'ils pourraient y entreprendre. Il pourra correspondre avec les personnes que sa mission intéresserait.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, l'Ouvrage suivant :

Structure et origine des grès du Tertiaire parisien, par L. Cayeux. (Présenté par M. Michel Lévy.)

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle comète (1906 g), faites à l'équatorial coudé de l'Observatoire de Besançon.* Note de M. P. CHOFARDET, présentée par M. Lœwy.

Dates. 1906.	Étoiles.	Gr.	Temps moyen de Besançon.	ΔR.	ΔP.	Nombre de comparaisons.
			h m s	m s	′ ″	
Novembre 13..	*a*	8,9	16.52.59	+ 1.22,70	+ 3. 4,0	12 : 9
» 13..	*a*	8,9	17.46.16	+ 1.32,31	+ 0.18,3	9 : 6

Position moyenne de l'étoile de comparaison pour 1906,0.

Étoile.	Catalogue.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
a.............	11744 Paris$_2$	9.27.56,16	+ 1,80	73.50.26,7	+ 12,9

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1906.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s		° ′ ″	
Novembre 13.....	9.29.20,66	$9,080_n$	73.53.43,6	$0,664_n$
» 13.....	9.29.30,27	$8,387_n$	73.50.57,9	$0,656_n$

Remarques. — Cette comète, de 3′ à 4′ de diamètre, est ronde, avec une chevelure diffuse et une condensation centrale laissant apparaître, par instant, un vague noyau.

La deuxième observation est écourtée parce que la comète disparaît, vu la croissance du jour, et cela bien avant les étoiles voisines de 9e grandeur.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les courbes qui se reproduisent périodiquement par une transformation* $(X, Y; x, y, y')$. Note de M. S. LATTÈS, présentée par M. Émile Picard.

1. Dans un travail antérieur [1] j'ai étudié les courbes invariantes par une transformation $(X, Y; x, y, y')$ de la forme

$$X = f(x, y, y'), \qquad Y = \varphi(x, y, y').$$

[1] *Sur les équations fonctionnelles qui définissent une courbe ou une surface invariante par une transformation* (*Annali di Matematica*, 1906).

Par tout élément double $(x_0, y_0; x_0, y_0, y'_0)$ de la transformation passe une courbe invariante $y = \psi(x)$, la fonction $\psi(x)$ étant définie dans le domaine de x_0 : l'existence de $\psi(x)$ a été établie sous les hypothèses $C \neq 0$, $|S| < 1$, C et S désignant les quantités suivantes :

$$C = \left(\frac{\partial\varphi}{\partial y'} - y'\frac{\partial f}{\partial y'}\right)_0, \qquad S = \frac{[f\varphi]_0}{C}.$$

L'ensemble des éléments doubles constitue, en général, une multiplicité à un paramètre.

On peut se proposer d'étudier les courbes invariantes par la transformation et ne contenant pas d'élément double. Mais il est nécessaire de préciser le problème, car l'ensemble formé par un arc de courbe arbitraire et ses *conséquents* en nombre infini constitue une courbe invariante. Le cas le plus simple, après celui de l'élément double, nous est suggéré par le problème analogue dans l'itération des transformations ponctuelles : c'est le cas des courbes se reproduisant périodiquement. *Nous allons déterminer un cycle de p fonctions* $\psi_0(x), \psi_1(x), \ldots, \psi_{p-1}(x)$ *définies dans p domaines distincts* $x_{p-1} - h_{p-1}, x_{p-1} + h_{p-1}$ *et se permutant circulairement par la transformation donnée : l'ensemble des p arcs ainsi définis constituera une courbe invariante par la transformation.*

2. Il est nécessaire d'étendre d'abord aux transformations

$$(X, Y; x, y, y', y'', \ldots, y^{(p)})$$

les résultats rappelés au début. La notion d'élément double

$$(x_0, y_0; x_0, y_0, y'_0, \ldots, y_0^{(p)})$$

s'étend immédiatement à ces transformations : les éléments doubles forment, en général, une multiplicité à p paramètres. *On peut démontrer que par un élément double passe une courbe invariante par la transformation et définie dans le domaine de* x_0 *sous les hypothèses* $C_p \neq 0$ *et* $|S_p| < 1$, C_p et S_p désignant les quantités suivantes :

$$C_p = \left[\frac{\partial Y}{\partial y^{(p)}} - y'\frac{\partial X}{\partial y^{(p)}}\right]_0$$

$$S_p = \frac{1}{C_p}\begin{vmatrix} \left(\frac{\partial X}{\partial x} + \frac{\partial X}{\partial y}y' + \ldots + \frac{\partial X}{\partial y^{(p-1)}}y^{(p)}\right)_0 & \left(\frac{\partial X}{\partial y^{(p)}}\right)_0 \\ \left(\frac{\partial Y}{\partial x} + \frac{\partial Y}{\partial y}y' + \ldots + \frac{\partial Y}{\partial y^{(p-1)}}y^{(p)}\right)_0 & \left(\frac{\partial Y}{\partial y^{(p)}}\right)_0 \end{vmatrix},$$

S_p *est un invariant de la transformation pour le groupe ponctuel* (propriété établie pour S et qui subsiste). Ici encore, comme pour les transformations $(X, Y; x, y, y')$, il resterait à traiter le cas $|S_p| > 1$.

3. Soit T_1 une transformation $(X, Y; x, y, y')$: en écartant le cas où c'est une transformation de contact, elle donne par $p - 1$ itérations successives une transformation T_p de la forme $(X, Y; x, y, y', \ldots, y^{(p)})$. Soit q un diviseur quelconque de p : parmi les éléments doubles de T_p, il y a les éléments doubles de T_q (prolongés jusqu'à l'ordre p), mais T_p admet aussi d'autres éléments doubles n'appartenant pas à $T_{p'} (p' < p)$. Soit E_p un de ces derniers éléments de coordonnées $(x_0, y_0, y'_0, \ldots, y_0^{(p)})$: d'après le paragraphe 2, on pourra, sous les hypothèses $C_p \neq 0$ et $|S_p| < 1$, définir dans le domaine de x_0 une courbe $y = \psi(x)$ invariante par T_p et contenant E_p. Si l'on applique $(p - 1)$ fois successivement la transformation T_1 à cette courbe C_0, on obtient des courbes $C_1, C_2, \ldots, C_{p-1}$ et la courbe C_p coïncide avec C_0. On a ainsi établi le résultat énoncé plus haut (§ 1). Il y a, en général, une infinité de pareils cycles $C_0, C_1, \ldots, C_{p-1}$ dépendant de p paramètres arbitraires et cela quel que soit l'entier p.

4. Au sujet des éléments E_p qui vérifient les inégalités $C_p \neq 0$ et $|S_p| < 1$, on peut faire la remarque suivante :

Soit (x_0, y_0, y'_0) un élément double de T_1 : si on le prolonge jusqu'à l'ordre p, on obtient un élément double E'_p de T_p et l'on peut démontrer que l'on a, pour cet élément, $S_p = S^p$. Il en résulte que, si l'on avait $C \neq 0 \, |S| < 1$, on aura aussi $C_p \neq 0 \, |S_p| < 1$, non seulement pour l'élément E'_p, mais aussi pour tout élément double E_p ayant des coordonnées suffisamment voisines de celles de E_p. Ainsi, dans le voisinage de toute courbe invariante par T_1 obtenue par l'application du résultat énoncé au début, on est sûr qu'il existe une infinité de courbes invariantes par T_p qui fourniront une infinité de cycles de p arcs invariants par T_1.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une famille de surfaces hyperelliptiques du quatrième ordre.* Note de M. L. **Remy**, présentée par M. G. Humbert.

Considérons les fonctions thêta d'ordre deux, de caractéristique nulle, paires, répondant au Tableau de périodes

$$(T) \qquad \begin{vmatrix} \frac{1}{3} & 0 & g & h \\ 0 & 1 & h & g' \end{vmatrix}.$$

Elles sont au nombre de huit linéairement distinctes et l'on peut en déterminer quatre, $\Theta_1(u, v)$, ..., $\Theta_4(u, v)$ qui s'annulent (nécessairement à l'ordre deux) pour quatre demi-périodes p_1, p_2, p_3, p_4. Nous choisirons ces quatre demi-périodes formant un groupe de Rosenhain, par exemple les demi-périodes

$$(11'), \quad (12'), \quad (13'), \quad (14'),$$

d'après la notation de M. Humbert.

Les quatre fonctions $\Theta_1, \ldots, \Theta_4$ sont liées par une équation algébrique du quatrième ordre qui définit une surface; aux demi-périodes p_i correspondent, sur la surface, quatre coniques C_i et, aux autres demi-périodes, douze points doubles.

L'équation du plan P_i de la conique C_i s'obtient en déterminant les constantes λ de manière que la fonction

$$\lambda_1\Theta_1 + \lambda_2\Theta_2 + \lambda_3\Theta_3 + \lambda_4\Theta_4$$

s'annule à l'ordre quatre pour la demi-période p_i. Or, on peut trouver une fonction $\theta_i(u, v)$ répondant au Tableau de périodes (T), du premier ordre, et admettant la demi-période p_i pour zéro double et les trois autres demi-périodes p pour zéros simples. L'équation $\theta_i(u, v) = 0$ définit une droite et l'équation $\theta_i^2(u, v) = 0$ représente l'intersection résiduelle de la surface par le plan de la conique C_i. Donc chacun des quatre plans P est tangent à la surface le long d'une droite D.

Cette propriété est caractéristique. Prenons, en effet, quatre plans $P_1, \ldots, P_4$ pour définir une surface du type considéré S. La surface coupe le plan P_1, en dehors de la droite de contact D_1, suivant une conique C_1 qui doit passer par les traces des droites D_2, D_3, D_4 sur le plan P_1 et être tangente en ces points aux plans P_2, P_3, P_4. On en déduit que les plans P'_i menés respectivement par les droites D_i et par les sommets opposés A_i du tétraèdre $P_1 \ldots P_4$ forment un deuxième tétraèdre inscrit et circonscrit au premier, ou encore que les huit plans P_i, P'_i forment un octuple gauche complet.

Dès lors, la configuration des quatre droites D et des quatre coniques C dépend projectivement de deux paramètres. Or l'équation des surfaces du quatrième ordre passant par les coniques C et tangentes aux plans P le long des droites D renferme un paramètre linéaire; les surfaces S dépendent donc de *trois* paramètres au point de vue projectif. C'est précisément le

nombre des modules de notre représentation paramétrique; d'où cette conclusion :

Toute surface du quatrième ordre, qui admet quatre plans tangents chacun le long d'une droite, est hyperelliptique.

La représentation par les fonctions thêta permet d'étudier simplement les propriétés des surfaces S. Chaque droite D_i passe par trois points doubles a_i, b_i, c_i, de S. Les douze points doubles se répartissent en trois groupes de huit points de Lamé : (a_i, b_i), (b_i, c_i), (c_i, a_i), et la surface peut être regardée de trois manières, comme l'enveloppe d'une famille de quadriques passant par un de ces groupes de huit points et bitangentes aux quatre coniques C.

Chaque point double a_i est le sommet d'un cône du second ordre circonscrit à la surface le long de la droite D_i et d'une cubique gauche qui passe par les sept points a_i, b_j, c_j, b_k, c_k, b_l, c_l.

La surface possède trente-six autres cubiques gauches réparties en douze groupes de trois : les cubiques d'un même groupe passent par cinq points doubles b_i, c_i, a_j, a_k, a_l, et sont situées deux par deux sur trois cônes du second ordre ayant respectivement pour sommets les points a_j, a_k, a_l, et tangents à la surface le long des droites D_j, D_k, D_l.

Parmi les surfaces S il existe quatre dégénérescences unicursales : deux surfaces qui admettent chacune pour droite double l'une des droites s'appuyant sur les quatre droites D, et deux autres surfaces qui possèdent chacune une cubique gauche double.

Inversement, toute surface du quatrième ordre, à cubique double, de la première classe (c'est-à-dire dont la réciproque est de même type), peut être considérée comme une dégénérescence de la surface hyperelliptique S.

PHYSIQUE. — *Sur une théorie des phénomènes magnéto-optiques dans les cristaux.* Note de M. JEAN BECQUEREL, présentée par M. Poincaré.

M. Voigt, parmi les phénomènes magnéto-optiques dont il a donné la théorie, a étudié en particulier le phénomène de Zeeman observé normalement au champ, pour les corps isotropes présentant des bandes d'absorption infiniment fines ([1]).

([1]) W. VOIGT, *Wied. Ann.*, t. LXVII, 1899, p. 345.

En suivant une marche tout à fait semblable, on peut rendre compte des phénomènes que j'ai observés dans les cristaux ([1]).

Désignons par X, Y, Z et L, M, N les composantes des forces électrique et magnétique, par $\mathfrak{X}$, $\mathfrak{Y}$, $\mathfrak{Z}$ et $\mathfrak{L}$, $\mathfrak{M}$, $\mathfrak{N}$ les composantes des polarisations électrique et magnétique.

Nous pouvons écrire

$$(1) \qquad \mathfrak{X} = X + \Sigma \mathfrak{X}_h, \qquad \mathfrak{Y} = Y + \Sigma \mathfrak{Y}_h, \qquad \mathfrak{Z} = Z + \Sigma \mathfrak{Z}_h,$$

chaque vecteur $\mathfrak{X}_h$, $\mathfrak{Y}_h$, $\mathfrak{Z}_h$ représentant l'influence d'un ensemble d'électrons de même nature; on a de plus les équations

$$(2) \qquad \begin{cases} \mathfrak{X}_h + a_{1_h} \dfrac{\partial \mathfrak{X}_h}{\partial t} + b_{1_h} \dfrac{\partial^2 \mathfrak{X}_h}{\partial t^2} = \varepsilon_{1_h} X, \\ \mathfrak{Y}_h + a_{2_h} \dfrac{\partial \mathfrak{Y}_h}{\partial t} + b_{2_h} \dfrac{\partial^2 \mathfrak{Y}_h}{\partial t^2} = \varepsilon_{2_h} Y, \\ \mathfrak{Z}_h + a_{3_h} \dfrac{\partial \mathfrak{Z}_h}{\partial t} + b_{3_h} \dfrac{\partial^2 \mathfrak{Z}_h}{\partial t^2} = \varepsilon_{3_h} Z. \end{cases}$$

D'autre part, nous pouvons poser

$$\mathfrak{L} = L, \qquad \mathfrak{M} = M, \qquad \mathfrak{N} = N,$$

de sorte que les équations de Hertz se réduisent au système

$$(3) \qquad \frac{\partial^2 \mathfrak{X}}{\partial t^2} = v^2 \left[\Delta X - \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial X}{\partial x} + \frac{\partial Y}{\partial y} + \frac{\partial Z}{\partial z} \right) \right] \cdots$$

Supposons qu'une onde plane se propage parallèlement à Ox; nous pouvons prendre, pour X, Y, Z et tous les $\mathfrak{X}_h$, $\mathfrak{Y}_h$, $\mathfrak{Z}_h$, la partie réelle d'une fonction de la forme $\mathfrak{A} e^{i\left(t - \frac{x}{o}\right)\frac{1}{\vartheta}}$. Dans cette fonction $\vartheta = \frac{\tau}{2\pi}$, τ étant la période; o est la vitesse de propagation complexe, égale à $\frac{\omega}{1 - i\varkappa}$; ω représentant la vitesse réelle dans la substance et $\varkappa$ le coefficient d'absorption. Le système (3) s'écrit alors

$$(4) \qquad \mathfrak{X} = 0, \qquad \mathfrak{Y} = \left(\frac{v}{o}\right)^2 Y, \qquad \mathfrak{Z} = \left(\frac{v}{o}\right)^2 Z.$$

([1]) JEAN BECQUEREL, *Comptes rendus*, 26 mars, 9 avril et 21 mai 1906.

Les systèmes (1), (2) et (4) donnent le nouveau système

$$(5)\quad X=0,\quad Y\left[\left(\frac{v}{o}\right)^2-1-\sum\frac{\varepsilon_{2_h}\vartheta^2}{\Theta_{2_h}}\right]=0,\quad Z\left[\left(\frac{v}{o}\right)^2-1-\sum\frac{\varepsilon_{3_h}\vartheta^2}{\Theta_{3_h}}\right]=0,$$

où l'on a

$$\Theta_h=\vartheta^2+i\vartheta\vartheta'_h-\vartheta^2_{oh},\qquad \vartheta^2_{oh}=b_h,\qquad \vartheta'_h=a_h.$$

On voit que parallèlement à Ox se propagent deux vibrations de Fresnel parallèles à Oy et à Oz, et dont les indices de réfraction et coefficients d'absorption sont donnés par les formules

$$(6)\qquad \begin{cases} n_x^2(1-\varkappa_x^2)=1+\sum\dfrac{\varepsilon_{1_h}\vartheta^2(\vartheta^2-\vartheta_{o1_h})^2}{(\vartheta^2-\vartheta^2_{o1_h})^2+\vartheta^2\vartheta'^2_{1_h}},\ldots, \\ 2\varkappa_x n_x^2=\sum\dfrac{\varepsilon_{1_h}\vartheta^2\vartheta'_{1_h}}{(\vartheta^2-\vartheta^2_{o1_h})^2+\vartheta^2\vartheta'^2_{1_h}},\ldots. \end{cases}$$

Les quantités $2\pi\vartheta_o$ représentent les périodes des mouvements pour lesquels l'absorption est maxima. Dans le cas théorique le plus général, les vibrations parallèles aux axes donnent trois spectres principaux différents.

Plaçons le cristal dans un champ magnétique R dirigé suivant Oz normalement au faisceau Ox, les systèmes (2) et (5) deviennent, en désignant par c_h une constante positive ou négative :

$$(7)\qquad \begin{cases} \mathfrak{X}_h+a_{1_h}\dfrac{\partial\mathfrak{X}_h}{\partial t}+b_{1_h}\dfrac{\partial^2\mathfrak{X}_h}{\partial t^2}+c_h R\dfrac{\partial\mathfrak{Y}_h}{\partial t}=\varepsilon_{1_h}X, \\ \mathfrak{Y}_h+a_{2_h}\dfrac{\partial\mathfrak{Y}_h}{\partial t}+b_{2_h}\dfrac{\partial^2\mathfrak{Y}_h}{\partial t^2}-c_h R\dfrac{\partial\mathfrak{X}_h}{\partial t}=\varepsilon_{2_h}Y, \\ \mathfrak{Z}_h+a_{3_h}\dfrac{\partial\mathfrak{Z}_h}{\partial t}+b_{3_h}\dfrac{\partial^2\mathfrak{Z}_h}{\partial t^2}=\varepsilon_{3_h}Z, \end{cases}$$

$$(8)\qquad \begin{cases} X\left[1+\sum\dfrac{\varepsilon_{1_h}\Theta_{2_h}\vartheta^2}{\Theta_{1_h}\Theta_{2_h}-c_h^2R^2\vartheta^2}\right]=iY\sum\dfrac{\varepsilon_{2_h}c_hR\vartheta^3}{\Theta_{1_h}\Theta_{2_h}-c_h^2R^2\vartheta^2}, \\ Y\left[\left(\dfrac{v}{o}\right)^2-1-\sum\dfrac{\varepsilon_{2_h}\Theta_{1_h}\vartheta^2}{\Theta_{1_h}\Theta_{2_h}-c_h^2R^2\vartheta^2}\right]=iX\sum\dfrac{\varepsilon_{1_h}c_hR\vartheta^3}{\Theta_{1_h}\Theta_{2_h}-c_h^2R^2\vartheta^2}, \\ Z\left[\left(\dfrac{v}{o}\right)^2-1-\sum\dfrac{\varepsilon_{3_h}\vartheta^2}{\Theta_{3_h}}\right]=0. \end{cases}$$

Ce système (8) admet deux solutions : 1° $Z\neq 0$ avec $X=Y=0$; il se propage une vibration parallèle au champ dont la vitesse et l'absorption sont indépendantes des termes que nous avons introduits pour rendre compte de l'effet du champ ; 2° la seconde solution est $Z=0$ avec X et $Y\neq 0$ et formant une vibration elliptique qui a une composante *longitudinale*. Par

suite, les coefficients relatifs à la direction du faisceau vont intervenir dans les expressions de l'indice et du coefficient d'absorption des vibrations normales au champ.

En mettant en évidence les termes correspondant à un même ensemble d'électrons, on obtient, par un calcul simple,

$$(9)\quad \begin{cases} n^2(1-\varkappa^2) = 1 + \mathrm{P} + \dfrac{\varepsilon_2\vartheta^2[(\vartheta^2-\vartheta_{01}^2)\mathrm{A}+\vartheta^2\vartheta'_1\mathrm{B}]}{\mathrm{A}^2+\vartheta^2\mathrm{B}^2}, \\ 2n^2\varkappa \quad = \quad \mathrm{Q} + \dfrac{\varepsilon_2\vartheta^3[(\vartheta^2-\vartheta_{01}^2)\mathrm{B}-\vartheta'_1\mathrm{A}]}{\mathrm{A}^2+\vartheta^2\mathrm{B}^2}. \end{cases}$$

$$(10)\quad \begin{cases} \mathrm{A} = (\vartheta^2-\vartheta_{01}^2)(\vartheta^2-\vartheta_{2o}^2) - \vartheta^2(\vartheta'_1\vartheta'_2 + \mathrm{C}^2\mathrm{R}^2), \\ \mathrm{B} = \vartheta'_1(\vartheta^2-\vartheta_{02}^2) + \vartheta'_2(\vartheta^2-\vartheta_{01}^2), \end{cases}$$

P et Q représentant l'ensemble des termes provenant des autres électrons. Ces formules supposent que l'on néglige les $\varepsilon\vartheta$ devant les ϑ' et les $\vartheta-\vartheta_o$, ce qui est légitime toutes les fois que les bandes ne sont pas à la fois très intenses et très larges. En négligeant de même $\varkappa^2$ devant l'unité, nous écrirons finalement

$$(11)\quad 2\varkappa = \frac{\mathrm{Q}}{1+\mathrm{P}} + \frac{1}{1+\mathrm{P}}\,\frac{\varepsilon_2\vartheta^3[(\vartheta^2-\vartheta_{01}^2)\mathrm{B}-\vartheta'_1\mathrm{A}]}{\mathrm{A}^2+\vartheta^2\mathrm{B}^2}.$$

En faisant varier ϑ aux environs de ϑ_{01} et de ϑ_{02}, P et Q restent pratiquement constants si les bandes ϑ_{01}, ϑ_{02} sont suffisamment isolées. La formule (11) montre que, si $\vartheta_{01}=\vartheta_{02}$, la modification subie par la bande doit être symétrique, tandis qu'elle devient dissymétrique lorsque les périodes ϑ_{01} et ϑ_{02} sont différentes.

THERMOCHIMIE. — *Chaleur de combustion et de formation de quelques composés cycliques azotés.* Note de M. **P. Lemoult.**

Dans le but de compléter l'étude thermochimique des composés azoïques (*Comptes rendus*, t. CXLIII, p. 603) et de mieux faire connaître les diverses quantités d'énergie mises en jeu dans la formation des composés intermédiaires que l'on rencontre quand on passe par une réduction progressive d'un composé nitré à l'amine primaire qui lui correspond, j'ai examiné quelques-uns de ces corps intermédiaires, comme les dérivés hydrazoïques et les dérivés azoxy. M. Petit avait commencé cette étude en 1889 (voir

BERTHELOT, *Thermochimie, Lois et données numériques*, t. II, p. 680, 682, 844, 845).

a. Composés hydrazoïques. — M. Petit a donné pour chaleur de combustion de l'*hydrazobenzol* : $1599^{Cal},1$. J'ai refait la même détermination sur un échantillon parfaitement blanc, pur et j'ai obtenu la valeur $1603^{Cal},9$, qui ne s'écarte de la précédente que de $4^{Cal},8$ et, par suite, coïncide avec elle à $\frac{1}{333}$ près. Or, l'appoint thermique de la matière contenue dans l'hydrazobenzol $C^{12}H^{10}(Az^2H^2)$ s'élève à

$$12 \times 102 + 6 \times 55 + 2 \times 16,5 - 20 = 1567^{Cal};$$

la différence entre cette valeur et celle que l'expérience donne, soit environ $+37^{Cal}$, représente nécessairement l'appoint thermique de ce qui ne figure pas dans le calcul précédent, c'est-à-dire de *la liaison entre 2 atomes d'azote;* elle mesure donc l'*énergie emmagasinée au moment où 2 atomes d'azote s'unissent par une de leurs valences*. Cette union est par suite tout à fait différente de celles qui correspondent, par exemple, à la formation des groupes $C - C$; $- C - Az$; $- C - H$ dont l'appoint se réduit à celui de la matière contenue; mais elle est en tout semblable à celle qui engendre les groupes $C = C$; $C \equiv C$; $- Az = Az$ dont l'appoint est respectivement de 28^{Cal}; 57^{Cal}; 27^{Cal}, en plus de celui de la matière contenue (voir *Annales de Chimie et de Physique*, 8e série, t. I, p. 546, année 1904, et *Comptes rendus*, t. CXLIII, 1906, p. 603).

Ceci permet de calculer, en tenant compte de l'appoint $+37^{Cal}$, la chaleur de combustion de la *phénylhydrazine* : $C^6H^5AzH - AzH^2$; elle doit être $6 \times 102 + 4,55 + 2 \times 16,5 - 3 \times 10 + 37$, soit 872^{Cal}; or la valeur adoptée jusqu'ici est $805^{Cal},8$ (¹). L'écart entre ces deux nombres nécessitait une nouvelle détermination que j'ai faite et qui m'a donné, par gramme, $8142^{cal},22$ (en opérant sur $1^g,0380$) et $8139^{cal},05$ (sur $0^g,9130$), soit, toutes corrections faites,

$$Q_{pc} = 879^{Cal},7 \text{ par molécule.} \qquad \text{App}^{on} (2).$$

A cette série appartient le *diazo-amidobenzol* : $C^6H^5Az{=}Az{-}AzH\,C^6H^5$, terme intermédiaire de la formation du *p*-amido-azobenzol et qui présente deux singularités réunies : un groupe $Az - Az$ et un groupe $Az = Az$; comme il était à prévoir, ces deux singularités de la molécule ont une

(¹) Voir à ce sujet : LEMOULT, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. V, 1905, p. 33.

répercussion l'une sur l'autre et leur appoint global est inférieur à la somme de leurs appoints séparés (comme cela arrive, par exemple, pour deux liaisons éthyléniques simultanées). La chaleur de combustion mesurée (moyenne de 4 déterminations) s'élève à $1602^{Cal},6$, au lieu de

$$12 \times 102 + 11 \times \frac{55}{2} + 3 \times 16,5 - 10 + 37 + 27 = 1630^{Cal},$$

somme des appoints pris séparément.

Pour la *benzidine*, produit de transposition de l'hydrazobenzol, j'ai trouvé $1564^{Cal},1$, valeur qui coïncide à $\frac{1}{480}$ avec celle de M. Petit : $1560^{Cal},9$.

	Chaleurs de formation.	Chaleurs de combustion : mesurées.	calculées.	App^on.	
	Cal	Cal	Cal		Cal
Hydrazobenzol......	−58,3	1603,9	1604	(3)	M. Petit : 1599,1
Phénylhydrazine.....	−37,9	879,7	872	(2)	M. Petit : 805,8
Diazo-amidobenzol...	−91,5	1602,6	1630	(1)	
Benzidine..........	−18,5	1564,1	1547	(1)	M. Petit : 1560,9

Les chaleurs de formation données ci-dessus et celle du para-amido-azobenzol ($-70^{Cal},5$) donnent la mesure de l'énergie libérée au cours de deux transpositions importantes et typiques :

Transposition de l'hydrazobenzol en benzidine............ $+39^{Cal},8$
Transposition du diazo-amidobenzol en amido-azobenzol.... $+21^{Cal}$

b. Composés azoxy. — Le Tableau suivant donne (colonne 2) les résultats expérimentaux trouvés pour quatre corps de cette série, avec la bombe calorimétrique Berthelot :

	Chaleurs de formation.	Chaleurs de combustion : mesurées.	calculées.	App^on.	
	Cal	Cal	Cal		
Azoxybenzol..........	−65,1	1541,7	1541	(3)	M. Petit : $1530^{Cal},6$.
Azoxyphénétol ortho...	+32,0	2097,8	2103	(3)	
Azoxyphénétol para ...	+21,1	2108,7	2103	(3)	
m-Azoxytoluidine.....	+41,0	1911,2	1903	(3)	

Si l'on calcule pour le premier de ces corps l'appoint thermique des atomes C, H et Az contenus, d'après la règle connue (*Ann. Chim. et Phys.*, 8e série, t. V, 1905, p. 36), on trouve 1532^{Cal}; par rapport à la valeur trouvée, il manque $+7^{Cal},7$ qu'il faut considérer comme apportées par les éléments qu'on n'a pas fait entrer en ligne de compte, à savoir : 1° une

liaison entre 2 atomes d'azote; 2° 1 atome d'oxygène fixé sur eux. En faisant pour les azoxyphénétols le même calcul et la même comparaison, on trouve que ces mêmes éléments, volontairement laissés de côté, ont apporté $3^{Cal},8$ (pour l'ortho) et $14^{Cal},7$ (pour le para). En prenant comme moyenne de ces apports $+9^{Cal}$ et en tenant compte de l'appoint fixé ci-dessus en *a* de la liaison entre les Az, on voit que le commencement d'oxydation subi par la molécule aux dépens de ses atomes d'azote lui a fait perdre

$$37^{Cal} - 9^{Cal} = 28^{Cal};$$

ce que nous traduirons, conformément aux notations qui figurent dans la formule rappelée ci-dessus, par le symbole $\varphi_{azoxy} = 28^{Cal}$. Cette nouvelle valeur de φ devra prendre place à côté des autres dans le Tableau qui résume les pertes d'énergie dues à la présence de 1^{at} d'oxygène dans 1^{mol} organique, suivant les atomes auxquels cet oxygène est lié; c'est avec cette valeur qu'ont été calculés les nombres de la colonne 3.

Nous pouvons maintenant donner la valeur thermique moyenne de chacune des principales étapes qui séparent un composé nitré de son amine, dans le Tableau suivant où les nombres indiqués mesurent la quantité de chaleur à fournir en plus de l'hydrogène nécessaire à 2 molécules initiales, pour leur faire parcourir la série des transformations en question.

$$2RAzO^2 \underbrace{\quad}_{69^{Cal}} R-\overset{O}{\widehat{Az-Az}}-R \underbrace{\quad}_{18^{Cal}} RAz{=}AzR \underbrace{\quad}_{-24^{Cal}} RAzH-HAzR \underbrace{\quad}_{-71^{Cal}} 2RAzH^2$$

c. Dérivés aminés et oxyaminés. — Aux déterminations précédentes je joindrai celles qui sont relatives aux phénylnaphtylamines α et β et à l'amidophénol :

	Chaleurs de formation.	Chaleurs de combustion : mesurées.	calculées.	App^{on}.
	Cal	Cal	Cal	
Phényl-α-naphtylamine......	$-61,7$	2019	1996	(1)
Phényl-β-naphtylamine......	$-50,3$	2007,6	1996	(2)
p-Amidophénol............	$+44,0$	763,3	770	(2)
p-Acétylamidophénétol (Phénacétine)....	$+88,5$	1303	1306	(3)

MINÉRALOGIE. — *Sur les cristaux isomorphes de nitrate de baryte et de plomb.* Note de M. **P. Gaubert**, présentée par M. A. Lacroix.

Un cristal en voie d'accroissement peut parfois admettre dans son réseau une quantité plus ou moins grande d'une substance cristalline déterminée, en dissolution dans son eau mère et, si c'est une matière colorante, les faces appartenant à des formes différentes n'ont pas toujours le même coefficient d'absorption. L'acide phtalique hydraté, coloré par les couleurs d'aniline, fournit un excellent exemple de cette propriété.

Je me suis demandé si un phénomène du même ordre ne se produisait pas dans les mélanges isomorphes. Dans ce but j'ai expérimenté sur le nitrate de baryte et le nitrate de plomb dont les cristaux mixtes ont fait l'objet de beaucoup de discussions à d'autres points de vue.

On sait que ces deux substances, dissoutes individuellement ou ensemble, donnent habituellement, par refroidissement d'une solution bouillante et pure, des octaèdres et, par évaporation lente, à la température ordinaire, surtout si la solution contient un peu d'acide azotique, des cubo-octaèdres avec plusieurs autres faces peu développées et en particulier celles du dodécaèdre pentagonal.

J'ai montré autrefois que les cristaux de ces azotates, et surtout ceux de nitrate de plomb, cristallisant dans une eau mère contenant du bleu de méthylène, absorbent beaucoup plus de matière colorante par les faces du cube que par les autres faces, et c'est ce fait qui m'a conduit à expérimenter sur les nitrates cubiques parmi les substances isomorphes. J'ai cherché à déterminer si les faces de l'octaèdre et celles du cube des cristaux de nitrate de baryte absorbent la même quantité de nitrate de plomb, dissous en petite quantité dans l'eau mère et réciproquement.

Dans une série d'expériences, 500^g de nitrate de baryte et 10^g de nitrate de plomb ont été dissous chaque fois dans l'eau et la solution saturée à la température ordinaire s'est évaporée lentement de 18° à 25°. Lorsqu'une quantité suffisante de cristaux a été déposée, au moyen d'une aiguille à cataracte, un gramme de substance a été détaché des pyramides correspondant aux faces de l'octaèdre et un autre gramme de celles qui ont les faces du cube pour base.

Cette préparation demande évidemment beaucoup d'attention et de patience. L'évaluation du plomb par une méthode colorimétrique montre que les parties des cristaux correspondant aux faces de l'octaèdre contiennent plus de plomb que celles qui sont

sous les faces du cube. Les essais ont été répétés plusieurs fois et les résultats ont toujours été concordants.

Les rapports des quantités de plomb ont été trouvés approximativement égaux à $\frac{4}{3}$, $\frac{5}{3}$, $\frac{5}{4}$, $\frac{9}{8}$. Ils sont un peu différents les uns des autres, les quantités de nitrate de plomb cristallisant avec le nitrate de baryte, variant avec la température et leur évaluation étant délicate, mais ils indiquent suffisamment le sens du phénomène.

On pourrait objecter que ces différences peuvent être dues à l'inégalité de répartition d'inclusions d'eau mère sur les deux sortes de faces, mais j'ai eu soin d'éliminer cette cause d'erreur en prenant des cristaux transparents et presque sans inclusions.

Des essais semblables ont été faits avec les cristaux de nitrate de plomb, obtenus par évaporation lente d'une solution contenant une petite quantité de baryte et un peu d'acide azotique. Ce sont encore les faces de l'octaèdre qui absorbent plus de nitrate de baryte que celles du cube.

Ces résultats expliquent la complexité des propriétés optiques des nitrates cubiques. Dans les cristaux de nitrate de plomb contenant une petite quantité de nitrate de baryte, les secteurs correspondant à chaque sorte de faces ont une biréfringence particulière (F. Klocke, R. Brauns, J. Morel, etc.). Les pyramides ayant les faces de l'octaèdre pour base sont beaucoup plus biréfringentes que celles qui correspondent aux faces du cube, souvent monoréfringentes, et le sont moins que celles qui dépendent du dodécaèdre pentagonal; on sait, en outre, que la biréfringence augmente avec la quantité de nitrate de baryte contenu dans le cristal. Par conséquent, mes expériences montrent que, si les divers secteurs n'ont pas la même biréfringence, c'est qu'ils n'ont pas la même composition chimique.

En résumé, un cristal de nitrate de plomb contenant du nitrate de baryte et réciproquement n'est pas homogène malgré sa transparence et sa limpidité : il est constitué par le groupement de pyramides dont la composition varie avec la nature des faces auxquelles elles correspondent. Il présente en somme la structure dite *en sablier* observée dans quelques minéraux des roches éruptives (pyroxènes monocliniques) et pour l'explication de laquelle ont été proposées de nombreuses théories. Mes expériences montrent que cette structure doit être considérée comme d'origine primaire; elle est fixée dès le début de la cristallisation.

ZOOLOGIE. — *Répartition de l'* Anopheles maculipennis *Meigen dans la région lyonnaise*. Note de MM. **A. Conte** et **C. Vaney**, présentée par M. Alfred Giard.

Au cours des études que nous poursuivons sur la région des Dombes, nous avons été conduits à rechercher la répartition de l'*Anopheles maculipennis* Meigen, aux environs de Lyon. Cette enquête nous a permis de constater que ce Culicide est très abondant dans la région lyonnaise et même dans la ville de Lyon.

Nous l'avons trouvé : au nord, dans les étangs des Dombes; à l'est, dans les nombreux marais du département de l'Isère; aux portes de Lyon, dans les lônes et les fossés des anciennes fortifications; dans la ville de Lyon, au parc de la Tête-d'Or et au Jardin botanique de la Faculté de médecine (en ces deux derniers points les larves d'Anophèles ne sont pas clairsemées mais existent en très grande quantité). D'une façon générale nous rencontrons les larves de ce Moustique dans les étangs d'eau propre, non putréfiée, possédant une végétation riche en Phanérogames; cela contrairement aux larves de Culex que nous avons trouvées, tant aux environs de Lyon qu'à l'intérieur de la ville, dans les eaux stagnantes et plutôt croupissantes.

A la présence de ce Moustique se trouve liée la question de la *malaria*. Deux régions étaient autrefois de véritables centres paludéens : les Dombes et le nord du département de l'Isère.

La région des Dombes est un vaste plateau ar gileux situé au nord de Lyon, à un altitude moyenne de 290^m; ce plateau n'est pas abrité et est presque toujours balayé par des vents; il est couvert de grands étangs alimentés par les pluies et sur lesquels se développe, pendant l'été, une riche végétation de Phanérogames.

Actuellement ces étangs sont tantôt en eau, tantôt à sec; ils servent, dans le premie cas, à l'élevage du poisson et dans le deuxième à la culture des céréales et surtout d l'avoine. Ce mode cultural alternatif a apporté à cette région une source de richesse qui retentit sur le bien-être de toute la population.

Au contraire de ce qui existe dans les Dombes, les marais du nord de l'Isère sont profonds et permanents.

Autrefois dans ces deux contrées la *malaria* régnait à l'état endémique aujourd'hui, de l'avis des médecins, cette maladie a presque complètement disparu.

Quelle est la cause de cette disparition? Elle a été attribuée à l'asséche-

ment des étangs. La loi du 18 avril 1863 ordonna le desséchement des Dombes; en fait, cet asséchement n'a jamais été que très partiel et n'a pu entraîner qu'une disparition relativement minime d'Anophèles par rapport à la quantité énorme que l'on trouve encore aujourd'hui. Ce n'est donc pas à l'anéantissement des Anophèles qu'il faut attribuer cette disparition de la *malaria*. Il doit cependant y avoir un facteur de l'évolution du paludisme qui a disparu. Ce n'est sûrement pas le moustique propagateur qui pullule toujours dans la région et, à ce point de vue, on ne peut incriminer la remise en eau des étangs autorisée par la loi du 15 novembre 1901.

A quelles autres causes peut être due la disparition du paludisme?

En même temps que l'on pratiquait l'asséchement partiel des Dombes, les conditions économiques de cette région se modifiaient. On construisait une ligne de chemin de fer qui facilitait l'écoulement des produits agricoles; le mode cultural par alternance se développait et la population, autrefois tout à fait misérable, entrait dans une ère de très grande prospérité. De là résultèrent des conditions de vie plus conformes à l'hygiène et qui augmentèrent la résistance des individus. De plus, la médication par la quinine devenait courante et tous les malariques s'y soumettaient. Ces causes ont eu sans doute une grande importance dans la disparition du paludisme, mais ont-elles été seules à y contribuer? C'est un point que l'état actuel de nos connaissances ne permet pas de préciser.

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la consommation du glucose du sang par le tissu de la glande mammaire.* Note de MM. **M. Kaufmann** et **H. Magne**, présentée par M. Chauveau.

Quand on soumet une femelle privée de ses mamelles aux conditions qui chez une femelle normale sont capables de provoquer à la lactosurie, on n'observe jamais de lactosurie, mais de la glycosurie (Paul Bert, 1884; Porcher, 1905). De cette substitution de la glycosurie à la lactosurie, on est conduit à admettre que le glucose du sang est utilisé par la mamelle pour la formation du lactose. En l'absence de la mamelle, le glucose sécrété en excès par le foie en vue de son utilisation pour la formation du lactose, n'étant plus utilisé, est éliminé par les urines, d'où glycosurie.

Nous avons voulu apprécier la valeur de l'hypothèse de la transformation du glucose en lactose dans la glande mammaire par une méthode plus

directe, consistant à déterminer la consommation du glucose sanguin dans la mamelle placée dans des conditions d'activité variable.

Nous nous sommes adressés à la vache femelle, chez laquelle la sécrétion lactée est souvent exploitée industriellement et est par suite portée au plus haut degré. La vache offre des mamelles volumineuses desquelles partent des veines mammaires très développées et facilement accessibles en raison de leur position sous-cutanée. Ces dispositions favorables permettent de puiser du sang mammaire sans éveiller pour ainsi dire l'attention de l'animal, condition indispensable pour éviter les troubles sécrétoires d'origine réflexe ou psychique.

Mais, pour pouvoir apprécier l'intensité de la consommation du glucose par la mamelle, il est nécessaire de comparer la teneur en glucose du sang veineux mammaire à celle d'un autre sang. Dans le cas particulier, on ne peut songer à prendre du sang artériel, car l'opération de l'isolement d'une artère serait de nature à provoquer une douleur assez vive et, par suite, à amener des mouvements de défense et à éveiller la peur. Cela nous a déterminé à puiser du sang dans la veine jugulaire externe qui, comme la veine mammaire, est volumineuse, sous-cutanée et facilement accessible. A l'aide de canules à aiguilles fines, il est très facile de puiser simultanément du sang dans les deux veines, mammaire et jugulaire, et cela sans provoquer ni peur, ni douleur appréciable.

Par la comparaison de la teneur en sucre des deux sangs veineux mammaire et jugulaire, il est possible de se renseigner sur le point de savoir si la consommation du glucose dans la mamelle est égale, supérieure ou inférieure à celle qui a lieu dans les tissus de la tête.

Dans nos expériences les prises de sang mammaire et jugulaire ont été faites autant que possible simultanément et, pour le dosage du glucose, on a employé les mêmes procédés et parallèlement. Voici le résumé des résultats obtenus :

Expérience I. — Vache âgée ne donnant pas de lait. Sucre pour 1000^g de sang mammaire 0^g,58. Jugulaire 0^g,56. Différence + 0^g,02.

Expérience II. — Vache donnant seulement 2^l de lait par jour. Prises des sangs aussitôt après la traite. Mammaire 0^g,75. Jugulaire 0^g,84. Différence — 0^g,09.

Expérience III. — Vache Durham flamande âgée de 5 ans, donnant 5^l de lait par jour. Prises des sangs 4 heures après la traite. Mammaire 0^g,84. Jugulaire 0^g,94. Différence — 0^g,10.

Expérience IV. — Même vache que dans l'expérience III. Prises des sangs faites 4 heures après la traite. Mammaire 0^g,77. Jugulaire 0^g,93. Différence — 0^g,16.

Expérience V. — Vache normande excellente laitière donnant 12[l] de lait par jour. Prises des sangs 4 heures après la traite. Mammaire 0g,70. Jugulaire 0g,84. Différence — 0g,14.

Expérience VI. — Vache bretonne prête à faire le veau, 24 heures avant le vêlage. *Lactosurie.* Mammaire 0g,58. Jugulaire 0g,72. Différence — 0g,15.

Expérience VII. — Même vache, 24 heures après le vêlage. Veau tète à volonté. *Lactosurie.* Mammaire 0g,72. Jugulaire 0g,89. Différence — 0g,17.

Expérience VIII. — Même vache, troisième jour après le vêlage. Veau tète à volonté. *Lactosurie.* Mammaire 0g,45. Jugulaire 0g,63. Différence — 0g,18.

Expérience IX. — Même vache; sixième jour après le vêlage. Plus de lactosurie. Veau tète à volonté. Mammaire 0g,54. Jugulaire 0g,58. Différence — 0g,04.

Expérience X. — Même vache. Le veau ayant été séparé de la mère, la mamelle s'est distendue de lait. Prises de sang faites avant de faire téter le veau. Mammaire 0g,58. Jugulaire 0g,66. Différence — 0g,08.

Puis on fait téter le veau et pendant la tétée on fait de nouvelles prises de sang du côté où le veau tète. Mammaire 0g,59. Jugulaire 0g,85. Différence — 0g,26.

Expérience XI. — Même vache, un mois après le part. Mammaire 0g,36. Jugulaire 0g,49. Différence — 0g,13.

Dans les expériences II, III, IV, V le sang a été traité par le procédé de Cl. Bernard au sulfate de soude. Dans les autres expériences la défécation a été faite à l'azotate mercurique d'après le procédé de Bierry et Portier et le poids du glucose a été déduit du poids de l'oxyde cuivrique obtenu par le grillage de l'oxydule, excepté dans les expériences I et XI où le cuivre a été dosé par électrolyse.

Conclusions. — Les expériences ci-dessus mettent en évidence les faits suivants :

1° Dans la mamelle tarie, c'est-à-dire en repos complet, la consommation de glucose est sensiblement la même que dans les tissus de la tête. (Exp. I.)

2° Dans la mamelle en activité sécrétoire, le sang qui la traverse perd toujours une plus forte proportion de sucre que celui qui traverse les tissus de la tête.

3° Peu avant le vêlage, alors que le travail sécrétoire se prépare et que la glande se gonfle, la consommation du glucose est déjà fortement augmentée. A ce moment il y a *lactosurie*. Celle-ci persiste plusieurs jours après le part.

4° L'intensité de la consommation de glucose est variable; elle semble être en rapport étroit avec l'activité sécrétoire de la mamelle. C'est pendant la tétée ou après la mulsion que la consommation de glucose atteint son maximum. (Exp. IV, V, X).

5° Sous l'influence de la tétée le sang de la circulation générale s'enrichit en sucre, fait qui met en évidence l'intervention du foie.

Tous ces faits sont favorables à la théorie de la transformation du glucose en lactose dans le tissu mammaire en activité sécrétoire.

PHYSIOLOGIE. — *Étude sur les variations de ta masse du sang chez l'homme.* Note de M. **Gabriel Arthaud**, présentée par M. Lannelongue.

Il est intéressant de pouvoir apprécier chez l'homme les variations de la masse sanguine dans l'état normal et l'état pathologique; ne serait-ce que pour mettre en parallèle les recherches des anciens sur la pléthore et l'anémie et celles des modernes sur l'hypertension ou l'hypotension.

Malheureusement la solution de ce problème présente de multiples difficultés. Déjà chez l'animal la mesure directe de la masse du sang est d'une technique délicate, même par les procédés qui comportent le moins de délabrements comme le procédé de Gréhant et Quinquaud. Il est évident que chez l'homme, et surtout chez le malade, ces divers procédés ne sont pas applicables.

Néanmoins, en raison de l'intérêt très grand que présente cette question, il nous a paru utile de rechercher des moyens indirects que l'on puisse employer en toutes circonstances pour obtenir une évaluation des quantités de sang contenues dans l'organisme.

A l'état physiologique un premier renseignement sommaire nous est fourni par l'étude de la pression. Il est évident que, dans un récipient classique comme le système gauche qui se vide de lui-même par son élasticité, on doit avoir entre la masse et la pression une relation de la forme $M = \alpha H$, α désignant le coefficient moyen d'élasticité du système. Mais comme ce coefficient, qui est la mesure de l'élasticité des vaisseaux varie, à chaque instant selon des influences multiples, cette relation ne peut fournir qu'une mesure très approchée de M. Dans l'état pathologique, la difficulté s'accroît du fait des changements qui surviennent dans la valeur de α; de sorte que le rapport entre M et H ne peut servir qu'à la mesure de α, ce qui peut être utile. Mais, comme c'est précisément la quantité M qu'il s'agit de mesurer, l'incertitude reste la même et ceci explique pourquoi, au point de vue qui nous occupe, les recherches modernes sur la pression ne permettent point de tirer parti de la mesure de H.

Il importe donc de trouver une autre relation plus commode qui permette de supputer les variations de M en fonction d'autres éléments.

On peut, à notre avis, trouver une formule permettant de résoudre le problème, au moins pour la grande circulation. En effet, de l'équation classique de la vitesse du sang,

$$v = \frac{ngm}{ds} = \sqrt{\frac{2g\,nm\,dh}{M}},$$

et de l'équation de condition évidente *a priori*

$$gM\,dh = gm\mathrm{H},$$

qui exprime simplement que la quantité de travail perdue par la masse circulante pendant le repos du cœur lui est restituée par la systole suivante, on déduit la relation simple

$$\mathrm{P} = s\sqrt{2g\frac{\mathrm{H}}{n}}.$$

Cette relation se prête à la fois à l'étude des phénomènes physiologiques et des faits pathologiques, car elle est indépendante des quantités variables, et elle ne fait intervenir que les facteurs H et n (pression maxima et pulsations), que l'on a coutume actuellement de toujours mesurer.

Quant à la quantité S qui exprime la surface de section de l'aorte, elle est évidemment invariable chez un même individu et peut être considérée comme une constante.

En résumé, d'après cette formule, le facteur $\sqrt{\frac{\mathrm{H}}{n}}$ peut être envisagé comme l'expression simple de la valeur relative du poids de sang contenus dans le système circulatoire gauche et peut servir à mesurer les variations de P.

Cette formule théorique a néanmoins besoin de vérifications expérimentales.

Cette vérification est facile. Tout d'abord nous avons noté depuis longtemps la tendance à la constance du rapport $\frac{\mathrm{H}}{n}$ chez un même individu, au moins dans les expériences de courte durée qui ne comportent pas de variations sensibles de la masse sanguine.

En second lieu, chez l'animal, l'épreuve classique de la saignée permet de vérifier que les variations de masse s'accompagnent d'une variation proportionnelle du facteur $\sqrt{\frac{\mathrm{H}}{n}}$.

Une autre vérification, plus générale peut-être, nous est fournie par l'étude de la marche de la pression et des pulsations aux divers âges et pour diverses tailles.

En effet, la formule de Rameaux (de Strasbourg) nous donne

$$n = a\sqrt{\frac{1}{L}},$$

L étant la taille et n le nombre de pulsations.

En comparant cette formule aux chiffres de Quetelet, de Magendie, de Czarnecki, etc., on voit qu'il est possible de mesurer n pour toutes les tailles par la formule

$$n = \frac{90 \text{ à } 95}{\sqrt{L}},$$

et cela avec une approximation très grande bien supérieure aux écarts individuels.

D'autre part, les chiffres fournis par Potain et les modernes nous permettent d'évaluer H en fonction de la taille ou de l'âge et la courbe obtenue empiriquement peut être construite par la formule

$$H = 8\sqrt{L^3},$$

H étant exprimé en centimètres de mercure et L en mètres.

Par conséquent, la normale du rapport $\sqrt{\frac{H}{n}}$ peut être calculée en fonction de la taille par les formules

$$\sqrt{\frac{H}{n}} = 0,29\,L \quad \text{ou} \quad \frac{H}{n} = 0,08\,L^2,$$

et cela sans s'écarter des chiffres fournis par la mesure directe.

Nous pouvons donc envisager que la formule théorique $P = f\left(\sqrt{\frac{H}{n}}\right)$ est conforme à l'expérience et en conclure que le rapport $\frac{H}{n}$ peut servir de mesure aux variations de la masse du sang.

Les applications de ces données à la physiologie et à la clinique sont faciles et nombreuses, mais trop longues à développer dans une Note.

Nous nous bornerons à signaler comme exemple les écarts extrêmes que le facteur $\frac{H}{n}$ peut subir dans tous les cas où il conserve sa valeur, c'est-à-dire en dehors des asystolies.

Dans les cas d'anémie profonde, le rapport $\sqrt{\frac{H}{n}}$ (la normale étant 1) peut descendre à $\frac{2}{3}$; dans les cas de pléthore, il peut monter à $\frac{4}{3}$.

Ces chiffres montrent que la masse du sang peut varier d'un tiers en

plus ou en moins autour de la normale et que le maximum des écarts est du simple au double.

Notons en passant et comme vérification dernière que, chez l'animal, les divers auteurs ont évalué la masse du sang à des valeurs qui oscillent entre le dixième et le vingtième du poids du corps.

BIOLOGIE. — *Sur le chromotropisme et son inversion artificielle.* Note de M. **Romuald Minkiewicz**, présentée par M. Yves Delage [1].

En raison des contradictions frappantes entre la théorie de Sachs et Loeb généralement admise, que les rayons les plus réfrangibles du spectre sont seuls actifs dans le phototropisme animal et végétal et que leur action est la même que celle de la lumière blanche, et quelques faits bien établis par P. Bert et Lubbock sur les Daphnies, qui sont *attirées spécialement* par le *jaune vert*, et par Wiesner sur les végétaux, qui présentent deux maxima de l'action tropique (1° au *bleu violet*, 2° à l'*infrarouge*, l'action du *jaune* étant nulle), j'ai porté une attention spéciale sur l'action tropique des rayons chromatiques au cours de mes recherches sur les tropismes et l'instinct.

Voici quelques résultats :

1. Les *larves de Maia squinado* (Zoées) fraîchement écloses présentent, comme on le sait très bien, un *photo et héliotropisme positifs fort marqués.* J'ai pu constater qu'elles sont en même temps très sensibles aux rayons chromatiques, qu'elles se dirigent constamment vers les rayons à longueur d'onde la plus courte, c'est-à-dire *vers le violet*, et, en son absence, vers le bleu, etc. Elles *distinguent* ainsi tous les rayons visibles. La réaction est presque instantanée, *toutes les Zoées se jettent comme une volée d'oiseaux* vers les rayons plus réfrangibles, sitôt qu'on les a mises sous leur influence.

Le phénomène a lieu non seulement dans les tubes (de verre) horizontaux, *mais aussi dans les verticaux*, quelle que soit la distance de la région la plus tropique de la surface de l'eau.

2. Les *Némertes* de l'espèce *Lineus ruber* se comportent d'une manière toute différente. Elles sont *fortement négatives* vis-à-vis de la lumière blanche diffuse et en même temps elles se dirigent *toutes* vers les rayons à

(1) Présentée à la séance du 5 novembre 1906.

plus grande longueur d'onde, c'est-à-dire *vers le rouge* et, en son absence, vers le jaune, etc.

Jusqu'ici, tout paraît concorder avec la théorie de Loeb. Le *phototropisme positif des Zoées* coïncide avec *la plus forte action positive* (attirante) *de la partie violette* du spectre; le *phototropisme négatif de Lineus* avec la *plus forte action négative* (répulsante) *de la partie violette*.

Et pourtant ces phénomènes ne sont pas nécessairement liés ensemble.

3. On peut provoquer artificiellement chez les Némertes l'inversion du tropisme vis-à-vis des rayons chromatiques tout en conservant le sens négatif de leur phototropisme par rapport à la lumière blanche.

a. En mettant des *Lineus* dans une solution composée de 25^{cm^3} *à* 80^{cm^3} *d'eau distillée pour* 100^{cm^3} *d'eau de mer*, j'obtiens le lendemain cette inversion *avec une certitude absolue*.

Lineus, tout en restant négatif par rapport à la lumière blanche, se dirige maintenant vers les rayons plus réfrangibles du spectre, aussi exactement qu'il les avait fuis auparavant.

Le résultat de l'inversion est que le phototropisme qui reste négatif est ici absolument séparé du chromotropisme (¹) *dont le sens est changé*. Tout rayon chromatique a une action spécifique et en même temps l'*action de la lumière blanche n'est pas une simple résultante d'un mélange mécanique d'actions de tous les rayons possibles du spectre*.

Je dois faire remarquer d'ailleurs que je n'ai pu trouver jusqu'ici, malgré des recherches longtemps poursuivies, aucun moyen de transformer le phototropisme négatif de *Lineus* en phototropisme positif, ni par des agents chimiques, ni osmotiques (±), ni thermiques (±). Ainsi, par exemple, l'animal reste négatif jusqu'à sa mort vis-à-vis de la lumière blanche, quelle que soit la concentration de l'eau de mer.

b. L'*inversion du chromotropisme* des Némertes, apparaissant le deuxième jour, continue, en général, deux jours et *disparaît le quatrième. L'animal devient normal-érythrotrope*.

Cela me semble prouver que la *nature du chromotropisme* n'est pas une fonction absolue de tel ou tel milieu vital, mais une *fonction de l'état physiologique de l'organisme*, ce qui concorde bien avec les observations de Loeb sur les changements de l'héliotropisme suivant les différentes périodes de la vie.

(¹) Je me crois autorisé et même forcé dès maintenant d'employer ce mot nouveau.

c. Ce qui confirme surtout cette façon de voir c'est que mes *Lineus*, après avoir vécu pendant deux ou trois semaines dans mes solutions $\left(\frac{\text{l'eau de mer}}{\text{l'eau distillée}}\right)$ et présentant par conséquent leur chromotropisme normal (érythrotropisme), *en changent de nouveau* lorsqu'on les transporte *dans l'eau de mer pure,* et deviennent *purpurotropes* (se dirigent vers le violet).

Mais ce n'est pas tout.

d. L'inversion du chromotropisme ne se produit pas d'emblée et aussi elle ne disparaît pas d'un seul coup.

Il y a des stades, où l'animal encore *érythrotrope (normal) cesse de distinguer le vert du jaune.* Il y en a d'autres où, tout en étant *indifférent par rapport au* $\frac{\textit{vert}}{\textit{jaune}}$, *il est déjà purpurotrope.* Ces stades de *cécité tropique* par rapport à la partie médiane du spectre durent plusieurs heures, et l'on peut ainsi les observer facilement le deuxième et le quatrième jour.

Il doit exister *encore deux stades de passage* de l'érythrotropisme au purpurotropisme et inversement, pendant lesquels *l'animal est complètement indifférent vis-à-vis des rayons colorés*, c'est-à-dire qu'il est — soit également influencé par tous les rayons chromatiques, — soit complètement insensible — *achromotrope;* mais je n'ai pas pu les observer jusqu'ici, ces stades étant d'une très courte durée.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Le stroma des globules rouges.* Note de MM. **Piettre** et **Vila**, présentée par M. E. Roux.

I. A la suite de nos recherches sur les constituants du globule rouge : oxyhémoglobine, hématine cristallisée, noyaux des hématies nucléées, il nous restait à étudier le stroma globulaire. De nombreux travaux d'ordre physiologique et chimique ont déjà souligné l'importance de cette question. Mais l'étude bio-chimique des tissus végétaux ou animaux doit reposer essentiellement sur la préparation, l'isolement méthodique de chaque individualité histologique, la valeur des conclusions dépendant étroitement du procédé d'obtention de la matière étudiée.

Les méthodes de préparation des stromas indiquées par Rollet, Wooldridge, Halliburton, Friend, O. Pascucci paraissent laborieuses ou difficiles à interpréter, toutes sont basées sur le traitement du sang total, la précipitation de la matière étant obtenue dans ce milieu complexe par addition de bisulfate de potasse ou de sulfate d'ammoniaque. Une autre

technique souvent employée consiste à hémolyser des globules rouges dans l'eau distillée, puis à centrifuger après addition ou non de chlorure de sodium. Elle impose donc à la préparation un contact prolongé avec l'eau, ce qui rend possible le départ de matériaux appartenant aux stromas.

II. Les globules rouges préparés dans les conditions que nous avons indiquées dans de précédentes Communications sont traités de la façon suivante, qui réalise une hémolyse rapide en solutions isotoniques :

Dans un entonnoir à robinet de 3^l on verse 1000^{cm^3} de liquide physiologique et 500^{cm^3} de magma globulaire de densité 1,11, on rend la masse homogène et l'on ajoute 250^{cm^3} d'éther sulfurique neutre. On agite avec précaution, l'éther entre en contact avec les hématies et provoque l'hémolyse. L'émulsion initiale s'éclaircit, vire au rouge rubis et se sépare en deux portions; l'inférieure, transparente, est une solution concentrée d'oxyhémoglobine; la supérieure, floconneuse, contient la *totalité* des stromas libérés et des globules non encore hémolysés.

On fait écouler la couche inférieure et on la remplace par un volume moindre d'eau physiologique, suivie d'une nouvelle agitation pour achever l'hémolyse. Après décantation, il suffit de laver à l'eau salée la couche éthérée où nagent les stromas jusqu'à ce que les eaux n'entraînent plus de matière colorante. On recueille les flocons sur un filtre à vide, ou bien on les coagule par l'alcool fort afin de rendre cette opération plus rapide.

Avec les globules de certaines espèces le laquage s'accompagne parfois d'une cristallisation de l'oxyhémoglobine due au refroidissement provoqué par l'évaporation de l'éther. La liqueur prend un aspect moiré, à cause de la formation de cristaux ténus dont un grand nombre adhère aux stromas. On évite ce fait en maintenant l'émulsion à une température modérée.

III. La matière *stroma* ainsi préparée possède des propriétés spéciales : molle, visqueuse, de saveur fade, de couleur gris rosé (globules anucléés), blanc jaunâtre (globules nucléés), elle se solubilise en partie dans l'eau et fermente avec une extrême facilité.

Citons les résultats les plus intéressants de nos recherches analytiques. Rendement en stromas secs par litre de sang défibriné :

Cheval.	Porc.	Chien.	Cobaye.	Pigeon.
2,65-2,54	2,90	3,65	3,74	21,55

L'éther, qui provoque l'hémolyse en même temps qu'il soustrait les stromas au contact de l'eau salée, se charge dans cette opération de matières extractives auxquelles on joint les alcools de lavage et l'éther d'épuisement de stromas secs pulvérisés.

Chez le cheval les substances ainsi extraites atteignent 44 pour 100 du produit sec.

L'analyse organique élémentaire nous a donné pour les stromas secs, épuisés à l'éther, défalcation faite des cendres :

	C.	H.	N.
Cheval	53,32	7,47	11.70
Chien	54,22	8,20	13,21

Les cendres atteignent pour 100 :

Cheval.	Chien.	Canard.	Poulet.
2,32-2,34-3,0	2,9	8,25	8,96

L'étude des matières minérales contenues dans ces résidus constitue une partie intéressante, car les recherches antérieures indiquent des teneurs moins élevées (Wooldridge : 0,87 pour 100 et Pascucci : 0,87 pour 100) chez le cheval; on ne peut expliquer ces différences que par le départ d'éléments minéraux pendant le laquage et les lavages successifs.

Les cendres de certaines espèces ont des caractères particuliers. La calcination donne un résidu fixe, alcalin, non fondu ni vitrifié et coloré plus ou moins fortement en bleu chez les mammifères; chez les oiseaux le résidu est acide vitrifié et blanc. Il reste incolore ou prend parfois une très légère teinte bleuâtre, après fusion au carbonate de soude.

La présence du manganèse est donc très nette dans les stromas anucléés; nous avons obtenu notamment avec ceux de cobaye, de chien, des cendres d'un bleu azur intense.

La recherche du chlore, quoique faite sur 500^{mg} de matière sèche, a donné dans tous les cas des résultats insignifiants. Le chlorure de sodium employé en vue de l'isotonie ne pénètre donc pas dans le stroma ou peut en être éliminé.

Les dosages de phosphore ont donné pour le :

Cheval,	Poulet,	Canard,
0,31 et 0,33 pour 100;	2,6 pour 100;	2,3 pour 100.

Les cendres des stromas d'oiseaux laissent toujours un résidu à l'attaque chlorhydrique, qui disparaît totalement par addition de fluorure d'ammonium; c'est de la silice qui peut chez le pigeon atteindre 0,6 pour 100 du poids du stroma sec. Ce chiffre a été fourni par incinération de 4^{g},8 de matière dans un bain de nitrate d'ammonique pur.

Conclusions. — La technique décrite ci-dessus pour la préparation des stromas permet la séparation analytique complète d'un élément histolo-

gique : le globule rouge. Elle évite l'emploi de machines centrifuges, à tubes, qui ne donne que de faibles rendements. La partie pigmentée, l'oxyhémoglobine, cristallise; d'autre part, la substance incolore, non attaquée, peut être livrée aux opérations d'analyse et extraite par les solvants appropriés. Le résidu représente une substance qui déjà, par la nature de ses cendres, peut apporter un caractère distinctif dans la différenciation des espèces.

PATHOLOGIE. — *Recherches expérimentales démontrant que l'anthracose des poumons est due à l'inhalation et non à la déglutition des poussières atmosphériques.* Note de MM. **G. Küss** et **Lobstein**, présentée par M. Chauveau.

Depuis les recherches de Charcot et d'Arnold, l'anthracose pulmonaire est attribuée à la pénétration directe dans les voies respiratoires des particules charbonneuses en suspension dans l'air inspiré. La théorie de l'origine intestinale de l'anthracose pulmonaire paraissait définitivement abandonnée, lorsque, récemment, elle a été reprise par MM. Vansteenberghe et Grysez et par M. Calmette. D'après eux, la protection physiologique des voies aériennes serait si efficace, que les poussières inhalées ne réussiraient presque jamais à pénétrer jusqu'aux fines bronchioles; elles arriveraient au poumon après avoir été absorbées par l'intestin.

Le but de ce travail est de vérifier l'exactitude de cette affirmation.

Dispositif expérimental. — Nous avons opéré sur un lot de *cobayes* nés et élevés au Sanatorium, loin de toute fumée et ne présentant spontanément qu'une anthracose nulle ou insignifiante.

Ils ont été soumis à des *inhalations* de fumée dans une caisse de 116^l, où brûlait une petite lampe Pigeon contenant un mélange de un tiers de benzine et deux tiers d'essence de pétrole. L'aération de la caisse était assurée par un tuyau de cheminée tirant bien. Dans ces conditions, l'air se charge d'une fumée peu dense, extrêmement ténue, dans la proportion de $0^g,15$ de noir de fumée par mètre cube; cet air enfumé est très comparable à l'atmosphère poussiéreuse qui est réalisée dans une foule de circonstances de la vie ordinaire.

Les animaux étaient immobilisés dans un sac fixé à un collier de fil de fer; la tête seule dépassait le sac : elle ne pouvait atteindre les parois de la caisse; toutes les précautions étaient prises pour que le cobaye ne pût déglutir d'autre noir de fumée que celui apporté par le courant inspiratoire.

Pendant toute la durée de l'inhalation, un appareil à déplacement aspirait lente-

ment, au travers d'un filtre de toile, imperméable aux poussières, l'air enfumé de la caisse (aspiration de 46^l par heure). Le noir de fumée recueilli était pesé après chaque séance.

Le débit respiratoire apparent, au repos, d'un cobaye de 600^g ou davantage étant approximativement de 45^l par kilogramme-heure, et celui d'un cobaye de 150^g à 300^g étant de 65^l par kilogramme-heure, nous connaissions la dose de noir de fumée inhalée par nos animaux.

En faisant *ingérer* cette dose à des animaux témoins, nous étions certains que ceux-ci déglutissaient une quantité de noir de fumée *notablement supérieure* à celle que pouvaient avaler les cobayes soumis à l'inhalation.

Dans des expériences *parallèles*, durant 8 jours à 15 jours (séances quotidiennes de 5 heures), nous avons comparé les effets de l'ingestion et de l'inhalation sur des animaux du même poids et du même âge. Tous les animaux soumis aux inhalations ont eu une anthracose macroscopiquement considérable, des poumons et des ganglions trachéobronchiques, avec intégrité complète des ganglions mésentériques. Tous les animaux soumis aux ingestions ont conservé des poumons et des ganglions trachéobronchiques normaux en apparence; au microscope, on y trouvait de faibles traces d'anthracose dans le revêtement épithélial bronchique et alvéolaire, dans le parenchyme pulmonaire et dans les ganglions, avec intégrité absolue des ganglions mésentériques et absence de granulations charbonneuses dans les artérioles pulmonaires et dans les capillaires.

Ces résultats étaient si nets, si démonstratifs que nous aurions pu nous en contenter. Mais, de plus, comme moyen de contrôle, nous avons fait plusieurs séries d'expériences de courte durée (3 heures à 5 heures) dans lesquelles *nous avons empêché pendant l'inhalation les poussières dégluties d'arriver à l'intestin :* 1° par la section de l'œsophage; 2° par la ligature du pylore; 3° en déterminant avant l'inhalation la réplétion alimentaire de l'estomac; nous nous sommes assurés chaque fois que l'estomac de nos cobayes, bourré d'aliments, avait arrêté les flocons anthracosiques déglutis. Or nous avons des anthracoses pulmonaires *exactement superposables*, chez les animaux mis dans ces conditions spéciales et chez des témoins qui étaient soumis sans précautions particulières à la même séance d'inhalation.

Conclusions. — 1° L'anthracose pulmonaire *expérimentale* peut être réalisée à coup sûr et facilement chez le cobaye en plaçant l'animal pendant quelques heures dans une atmosphère de fumée relativement peu dense (contenant par mètre cube 15^{cg} à 20^{cg} de noir de fumée à l'état de poussière impalpable).

2° L'anthracose pulmonaire se produit dans ces conditions *par inhalation* et non par déglutition : en effet, elle atteint la même intensité lorsqu'on pratique au préalable la ligature de l'œsophage ou du pylore ou bien lorsque la réplétion alimentaire de l'estomac empêche (dans une expérience de courte durée) les poussières dégluties d'arriver jusqu'au duodénum.

3° Les faibles quantités de noir de fumée qui suffisent pour déterminer par inhalation une anthracose pulmonaire très marquée ne produisent qu'une anthracose pulmonaire absolument insignifiante ou nulle si on les introduit dans l'organisme par voie d'*ingestion*.

Lorsqu'on trouve, à la suite de ces repas anthracosiques, des poussières dans les poumons et dans les ganglions trachéobronchiques, cette très légère anthracose présente la disposition histologique d'une anthracose venue par les voies aériennes ; d'autre part, les ganglions mésentériques sont toujours absolument indemnes ; cette anthracose est donc attribuable à une inhalation, antérieure ou concomitante.

4° Par conséquent, *l'anthracose physiologique est due à la pénétration directe des poussières de charbon dans les alvéoles pulmonaires ;* l'appareil de défense des voies aériennes, alors même qu'il est intact et normal, ne suffit pas pour protéger les lobules pulmonaires contre la pénétration des poussières *fines*, dès que ces poussières sont respirées en quantité un peu notable.

MÉDECINE. — *Présence du spirochète pâle de Schaudinn dans le testicule d'un nouveau-né hérédo-syphilitique.* Note de M. **Ch. Fouquet**, présentée par M. Bouchard.

Il y a quelques semaines MM. Levaditi et Sauvage rapportaient, ici même, l'observation d'une enfant hérédo-syphilitique dont les ovaires contenaient des spirochètes pâles de Schaudinn.

Depuis bientôt un an nous poursuivons des recherches sur le spirochète dans la syphilis héréditaire. Au mois de juillet dernier, nous avons eu l'occasion d'examiner les différents organes d'un enfant mort-né hérédo-syphilitique et nous avons pu déceler, grâce à la méthode de M. Levaditi, la présence de nombreux parasites dans le foie, la rate, les reins et les *testicules*. C'est, croyons-nous, le premier cas qui soit rapporté.

La récente Communication de MM. Levaditi et Sauvage sur la présence

du spirochète dans l'ovaire d'une enfant nouveau-née nous a déterminé à présenter ici une observation analogue.

Il s'agissait d'un enfant mort-né à terme. La mère présentait des symptômes de syphilis secondaire en pleine évolution et traités seulement depuis peu de temps. Le père était inconnu. L'enfant n'était atteint d'aucune lésion cutanée de nature syphilitique; il était bien conformé.

A l'autopsie, les viscères ne présentaient, macroscopiquement, aucune lésion, sauf une légère augmentation du foie et de la rate. Les testicules semblaient normaux et c'est par simple curiosité que nous les avons examinés.

Les examens ont porté sur les lésions histologiques et sur les lésions bactériologiques de ces différents organes.

Au point de vue histologique, les lésions les plus accentuées furent observées sur la rate, qui était atteinte de sclérose interstitielle très accentuée. L'hépatite interstitielle était beaucoup moins marquée.

Le testicule ne présentait aucune lésion histologique.

Au point de vue bactériologique, en rapport avec les résultats que nous avions obtenus par l'examen histologique, si le foie contenait un assez grand nombre de spirochètes, la rate en était farcie. Jamais, dans les différents cas que nous avions observés, nous n'en avions vu autant.

Les reins contenaient aussi de nombreux spirochètes.

Le testicule présentait quelques parasites, mais en moins grand nombre.

Conformément à ce qu'avaient décrit les auteurs, à savoir la localisation au testicule, l'épididyme restant saine, ce n'est que dans le testicule que nous avons pu voir le spirochète; l'épididyme n'en contenait aucun. Les parasites occupaient le tissu interstitiel qui sépare les canaux séminifères entre eux, les parois vasculaires; quelques-uns étaient visibles dans les parois des canaux séminifères.

D'après nos recherches sur les localisations du spirochète dans les viscères du nouveau-né syphilitique, nous croyons pouvoir faire les réflexions suivantes :

Chez le nouveau-né ou le fœtus hérédo-syphilitique, tous les organes peuvent renfermer des spirochètes, même en l'absence de lésions histologiques marquées.

Très souvent, l'abondance des parasites est telle que le produit de conception succombe avant terme ou à terme à une septicémie aiguë généralisée.

Mais les rejetons syphilitiques ne meurent pas tous. Il est donc permis de se demander ce que deviennent chez ces derniers les spirochètes. Il est probable que, lorsque le traitement spécifique est institué, leur nombre diminue, leur virulence s'atténue. Quelques-uns peuvent, croyons-nous,

sommeiller un temps plus ou moins long dans l'organisme, sous un aspect morphologique encore inconnu de nous, peut-être différent de la forme spirillienne, et sont capables à un moment donné de récupérer une partie de leur virulence et de produire les accidents que nous observons au cours de la syphilis héréditaire tardive.

Il pourrait donc y avoir, pour la syphilis, une sorte de microbisme latent qui correspondrait aux périodes quelquefois très longues pendant lesquelles l'hérédo-syphilitique ne présente pas d'accidents.

Pour ce qui est du testicule et de l'ovaire, la récente Communication de MM. Levaditi et Sauvage et la nôtre permettent, nous semble-t-il, d'expliquer l'infection de ces organes dans la syphilis héréditaire. Suivant la virulence du spirochète, des lésions testiculaires ou ovariennes peuvent se montrer dans l'enfance et l'adolescence. Mais les parasites peuvent sommeiller, pour ne retrouver leur virulence qu'au moment de la procréation et donner soit un spermatozoïde, soit un ovule héréditairement infecté. Ceci expliquerait les cas observés de syphilis de troisième génération, de syphilis *atavique,* comme l'appelle Antonelli; cas dans lesquels les petits-enfants portent encore les marques de l'infection syphilitique de leurs grands-parents.

Une conclusion pratique résulte aussi de ces constatations; c'est la nécessité de soumettre au traitement spécifique, et cela pendant un temps suffisamment long, les enfants issus de parents syphilitiques, *quand bien même ces enfants ne présenteraient,* à leur naissance et dans les premiers mois de leur existence, *aucun accident de nature syphilitique.* Rien ne prouve qu'ils n'auront pas plus tard des accidents d'hérédo-syphilis tardive, et c'est le meilleur moyen, non seulement de les préserver eux-mêmes de ces accidents, mais aussi de préserver les enfants qu'ils pourraient avoir des tares et des dystrophies qui sont la signature d'une syphilis héréditaire éloignée. En agissant ainsi, on a des chances d'arrêter, dès la deuxième génération, une infection syphilitique qui, abandonnée à elle-même, pourrait faire sentir ses effets sur toute une descendance. C'est guérir l'individu pour protéger l'espèce.

HYDROLOGIE. — *Sur le fractionnement des gaz rares des eaux minérales. Proportions d'hélium.* Note de MM. **Charles Moureu** et **Robert Biquard.**

Poursuivant nos recherches sur les gaz rares des eaux minérales, nous avons été conduits à déterminer les proportions respectives de chacun d'eux dans les mélanges. Parmi les expériences du même ordre, d'ailleurs peu nombreuses, qui ont été exécutées jusqu'ici, nous nous bornerons à mentionner celles de MM. Nasini et Anderlini sur les suffioni de Larderello (*Gazz. chim. ital.*, 28, 81) et celles de Lord Rayleigh et Sir W. Ramsay et de Sir James Dewar sur la source de Bath (*Zeit. physik. Chim.*, t. XVI, 1895 et t. XIX, 1896, p. 371; *Annal. Chim. Phys.*, 8e série, t. III, 1904, p. 5).

Nous avons utilisé la remarquable méthode de fractionnement au charbon de bois refroidi, due à Sir James Dewar (*loc. cit.*). C'est, en général, le mélange global des gaz rares, bien exempt de gaz ordinaires, que nous traitions par le charbon refroidi, préalablement purgé des gaz occlus grâce à un long chauffage dans le vide au rouge sombre.

Nos expériences ont le plus souvent été faites à la température de l'air liquide (—185°). D'un côté, l'hélium et une partie du néon restaient libres; on les extrayait à la trompe et l'on en mesurait le volume. D'autre part, le reste du néon et les autres gaz rares demeuraient fixés sur le charbon; les gaz non absorbés ayant été évacués, on laissait le charbon reprendre la température ambiante, ce qui libérait le gaz qu'il avait absorbé; celui-ci était extrait et mesuré à son tour.

Dans quelques cas, nous avons opéré sur le mélange gazeux brut, tel qu'il émerge du griffon. On traitait alors un plus grand volume de gaz que précédemment.

En soumettant à l'action du charbon refroidi à —100°, selon les indications de Sir W. Ramsay (*Proc. Roy. Soc. Lond.*, Série A, t. LXXVI, p. 111-114), nos mélanges d'hélium et de néon, nous n'avons pu réussir à isoler des volumes mesurables de néon. Nous n'avons pas été plus heureux en traitant ces mêmes mélanges par le charbon à la température de l'air liquide bouillant sous pression réduite (40^{mm}-60^{mm}). Il faut en conclure que la proportion de néon était beaucoup trop faible pour permettre une séparation. Sa présence étant constatée, nous le considérerons comme quantitativement négligeable devant l'argon et l'hélium.

Dans quelques cas, les teneurs en hélium se trouvaient elles-mêmes minimes. A part quelques exceptions, elles suffisaient cependant à déterminer une pression mesurable dans l'appareil; on en déduisait alors le volume de gaz par le calcul.

Nous devons dire enfin qu'en étudiant les gaz rares absorbés par le

charbon à — 100°, nous avons remarqué dans quelques sources, et notamment à Maizières, que la fraction qu'abandonne le charbon entre + 10° et + 250°, examinée au spectroscope, montrait, faible mais nette, la raie jaune ($\lambda = 587,1$) du crypton, à côté des lignes principales de l'argon.

Voici maintenant les proportions d'hélium, en volumes, que nous avons trouvées dans les mélanges gazeux s'échappant spontanément au griffon de diverses sources thermales, au nombre de 33. Nous les ferons précéder de celles du mélange global des gaz rares, qui ont été précédemment déterminées par l'un de nous ([1]); on en déduira par différence les proportions d'argon. Les résultats sont rapportés à 100 volumes du gaz brut, tel qu'il sort du griffon.

Sources.	Gaz rares (en bloc).	Hélium.	Sources.	Gaz rares (en bloc).	Hélium.
Badgastein	1,35	0,169	Néris	2,10	1,06
Spa	0,279	0,064	Vichy (Hôpital)	0,09	0,0012
Plombières (Vauquelin)	2,03	0,258	» (Chomel)	0,124	0,0013
» n° 3	1,78	0,292	» (Boussange)	0,0428	0,0038
» Crucifix	1,56	0,201	Châtel-Guyon	0,024	0,00063
» n° 5	1,65	0,104	Dax (Néhe)	1,44	0,0345
» Capucins	1,45	0,036	» (Trou des Pauvres)	1,2	0,005
Bains-les-Bains	1,24	0,198	Ax (Viguerie)	1,55	0,097
Luxeuil (Dames)	2,09	0,87	Bagnères (Salies)	1,60	0,04
» (Grand Bain)	2,11	0,77	Cauterets (César)	1,56	0,237
Maizières	6,39	5,34	» (Mauhourat)	1,53	0,04
Bourbon-Lancy (Reine)	2,90	1,75	» (Bois)	1,52	0,102
» (Lymbe)	3,04	1,84	» (Raillère)	1,21	0,108
Aix-les-Bains	1,19	0,037	Eaux-Bonnes	1,80	0,613
Salins-Moutiers	0,77	0,21	Eaux-Chaudes	1,43	0,140
Saint-Honoré	2,08	0,910	Caldellas	1,16	0,017
Pougues	0,015	0,002			

On voit que les proportions d'hélium sont très variables et par rapport au gaz naturel et par rapport au mélange des gaz rares. Quelques-unes sont particulièrement élevées. Pour 100^{cm^3} de gaz naturel brut, nous trouvons,

---

([1]) Ch. Moureu, *Comptes rendus*, 21 mai 1906. Depuis la publication de cette Note, nous avons eu l'occasion de refaire sur de nouveaux échantillons l'analyse de quelques sources. Certains résultats ont été trouvés quelque peu différents des résultats antérieurs. Les chiffres qui figurent au Tableau de la présente Note sont ceux de nos dernières expériences.

par exemple, 0,613 d'hélium à Eaux-Bonnes, 0,91 à Saint-Honoré, 1,06 à Néris; à Maizières, la proportion d'hélium atteint le chiffre exceptionnellement élevé de 5,34 pour 100! Des quantités relativement considérables de ce « gaz rare » sont ainsi continuellement déversées dans l'atmosphère.

Il est clair que la richesse des sources en hélium dépend surtout de la nature des terrains traversés par les eaux minérales dans leur trajet souterrain, et nos expériences fourniront sans doute d'utiles documents aux théories géologiques et hydrologiques. Elles sont, en outre, en étroite relation avec la radioactivité des sources et elles apportent quelques nouvelles et intéressantes données positives au problème si complexe de la thérapeutique thermale.

HYDROLOGIE. — *L'hydrologie de la Dobroudja bulgare.* Note de M. **De Launay**, présentée par M. Michel Lévy.

Une exploration récente de la région située, en Bulgarie, entre le Danube, la mer Noire et la ligne Routschouk-Varna (Dobroudja et Deli-Orman) m'a conduit à diverses observations qui éclairent le mode de circulation des eaux souterraines en terrains calcaires fissurés, dans des cas où ces fissures sont insuffisantes pour permettre la pénétration humaine et qui, venant généraliser les études faites dans ces dernières conditions, sont utiles à retenir, non seulement dans l'examen des eaux potables, mais encore dans le captage des eaux thermales, ou même, par extension, dans certaines recherches pétrolifères.

La région dont il s'agit, tout en étant riche et fertile, manque d'eau superficielle et le but de mon exploration était de chercher à y remédier. Par une simple coïncidence, cette absence de cours d'eau, de sources et même de puits permanents à faible profondeur, qui caractérise fâcheusement toute cette grande région, y est attribuable, suivant que l'on considère l'est ou l'ouest du pays, à deux causes différentes, ou plutôt (car, dans les deux cas, il s'agit de calcaires fissurés qui laissent fuir l'eau en profondeur) à la présence de deux calcaires différents. A l'Est, on est sur un plateau de Sarmatien, dans lequel un niveau marneux, situé à la base des calcaires fissurés, suffit pour retenir les eaux souterraines à une profondeur maxima de 80^m. La difficulté pratique est donc uniquement de foncer les puits jusqu'à 80^m au maximum et d'élever l'eau rencontrée au jour. Dans l'Ouest,

au contraire, des calcaires à réquiénies, perforés en tout sens, n'offrent aucun obstacle profond à la pénétration souterraine des eaux, et c'est souvent jusqu'à 150^{m} ou 200^{m} de profondeur qu'on doit forer pour rencontrer l'eau. Je crois avoir démontré que, dans ce cas, il s'établit, grâce à la perméabilité extrême de ces calcaires, une sorte de surface hydrostatique courbe raccordée avec la grande vallée voisine du Danube, qui produit un drainage général plus ou moins rapide : surface au-dessous de laquelle un puits a de très grandes chances pour rencontrer, dans la masse du calcaire, une fissure aquifère.

Dans l'une comme dans l'autre région, j'ai pu établir par points et tracer par lignes de niveau la surface aquifère, qui est, à l'Est, une strate géologique et, à l'Ouest, une surface hydrostatique. Ce procédé, qui permet ensuite de prévoir, en un point quelconque, à quelle profondeur on rencontrera l'eau, présente un autre intérêt théorique. Tout d'abord en déterminant avec une précision à laquelle on atteint rarement la forme actuelle d'une strate géologique (niveau marneux du Sarmatien), il met en évidence les plissements à grande amplitude et les affaissements subis par ce terrain depuis son dépôt, apportant ainsi à la tectonique des indications dans le détail desquelles il serait trop long d'entrer. Mais surtout il précise la mesure dans laquelle on doit s'attendre à voir des conceptions théoriques de ce genre se réaliser dans des calcaires, qui sont très loin de présenter, comme on l'a souvent trop aisément soutenu, une masse poreuse, entièrement et absolument perméable. J'avais déjà groupé, dans cet ordre d'idées, de très nombreuses observations sur des sources thermales situées, soit dans des calcaires fissurés comme à Cestona (Guïpuzcoa), soit dans des grès à diaclases multiples comme à Bagnoles-de-l'Orne. Ici les constatations sont d'autant plus nettes que l'écoulement des eaux suivant le contact des marnes et des calcaires Sarmatiens se fait souvent avec une rigueur plus curieusement théorique. Il est des points sur la côte de la mer Noire où les résurgences de sources suivant ce contact ont lieu avec une telle abondance qu'elles en ont l'air artificiel. Néanmoins on constate avec évidence que, ni dans ce cas ni dans celui des calcaires à réquiénies, il n'y a *niveau d'eau* au sens où on l'entendait autrefois, mais filets indépendants séparés par des masses compactes et coulant, comme des rivières au jour, suivant un lit bien déterminé. C'est le résultat auquel les explorations directes avaient déjà conduit M. Martel; mais on avait pu lui objecter que ses constatations portaient sur un cas très exceptionnel; ici on se rapproche

beaucoup plus du cas général. Ces filets d'eau souterrains, dont l'épuration dans ce circuit ne doit nullement être présumée comme nécessairement réalisée, peuvent être parfois assez individualisés, n'offrir entre eux, malgré leur origine commune, que des rapports assez difficiles pour rester sans action les uns sur les autres. J'ai retrouvé le même fait pour les eaux thermales, où il en résulte des griffons distincts (aussi bien pour l'application thérapeutique que pour l'hydrologie) sur une même venue profonde. On peut enfin remarquer que ce qui se passe là si nettement dans deux types différents de calcaires paraît exister même dans les strates sableuses qui, elles non plus, ne forment pas ces niveaux poreux continus supposés par les anciennes théories et cette dernière remarque est de nature à expliquer bien des anomalies constatées pour les gisements pétrolifères, ordinairement emmagasinés, dans un état d'équilibre plus ou moins instable, en de semblables strates.

M. **Albert Nodon** adresse différentes *Observations se rapportant à une récente Communication de M.* Gustave Le Bon.

(Renvoi à la Section de Physique.)

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 5 novembre 1906.

(Suite.)

Notes zoologiques, par Galien Mingaud. (Extr. du *Bulletin de la Société d'études des Sciences naturelles de Nîmes,* 33e année, 1905.) Nîmes, 1 fasc in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Soixante quintaux de blé à l'hectare, nouvelles idées, nouveau système, par E.-S. Bellenoux. Paris, Charles Amat, 1907; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Société de Secours des Amis des Sciences. Compte rendu du 49e exercice, 43e séance

publique annuelle tenue le 26 *avril* 1906. Paris, Gauthier-Villars, 1906; 1 fasc. in-8°.

Internal energy, a method proposed for the calculation of energy stored within matter, by JOHN-V.-V. BOORAEM; first edition. New-York, 1906; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Post's chemisch-technische Analyse; Handbuch der analytischen Untersuchungen zur Beaufsichtigung chemischer Betriebe, für Handel und Unterricht, dritte vermehrte und verbesserte Auflage, herausgegeb. v. Prof. Dr BERNHARD NEUMANN; Bd. I und II. Brunswick, Friedrich Vieweg et fils, 1906; 2 vol. in-8°. (Hommage des éditeurs.)

La théorie du neurone dans la dernière période décennale (1896-1906); Rapport présenté par Mlle le Dr MICHELINE STEFANOWSKA. (Deuxième Congrès belge de Neurologie et de Psychiatrie, Bruxelles, 29-31 août 1906.) Bruxelles, L. Severeyns, 1906; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Observatoire royal de Belgique. *Annuaire météorologique pour* 1906, publié par les soins de A. LANCASTER. Bruxelles, 1906; 1 vol. in-12.

ERRATA.

(Séance du 29 octobre 1906.)

Note de MM. *Doyon, Cl. Gautier, N. Kareff,* Coagulabilité du sang sus-hépatique :

Page 654, ligne 11, *au lieu de* L'animal est anesthésié, *lisez* L'animal n'est pas anesthésié.

Même page, ligne 35, *au lieu de* coagulé après plusieurs heures, *lisez* coagulé après 1 heure 15 minutes.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 NOVEMBRE 1906,

PRÉSIDENCE DE M. H. POINCARÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la détermination des intégrales de certaines équations aux dérivées partielles par les valeurs des dérivées normales sur un contour.* Note de M. **Émile Picard**.

1. Dans un Mémoire inséré aux *Annales de l'École Normale* (3e série, t. XVIII, 1901), M. Lindeberg a traité l'intégration de l'équation

$$\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} = f(x, y) V, \tag{1}$$

où $f(x, y)$ était positive dans l'aire A limitée par un contour C, la dérivée $\frac{dV}{dn}$ relative à la normale intérieure en un point de C étant donnée sur ce contour et la fonction V étant continue dans A; sa méthode procédait par approximations successives. Je me propose de montrer que le même problème peut être résolu par une voie toute différente pour une équation linéaire quelconque du type elliptique. Pour abréger, nous nous bornerons ici à l'équation (1), mais sans faire aucune hypothèse sur le signe de $f(x, y)$.

2. V étant une solution de (1), posons :

$$V(x, y) + \frac{1}{2\pi}\int\int f(\xi, \eta) V(\xi, \eta) \log\frac{1}{r} d\xi\, d\eta = U(x, y),$$

où $r^2 = (x - \xi)^2 + (y - \eta)^2$, l'intégrale étant étendue à l'aire A. La fonction U est évidemment *harmonique*, et, si l'on désigne par Φ les valeurs

données sur C pour $\frac{dV}{dn}$, on aura

$$\frac{dU}{dn} = \Phi + \frac{1}{2\pi}\int\int f(\xi, \eta)\,V(\xi, \eta)\,\frac{\cos(r, n)}{r}\,d\xi\,d\eta,$$

le point (x, y) étant sur C.

Notre problème revient donc à déterminer la fonction *harmonique* $U(x, y)$ et la fonction $V(x, y)$ de manière que l'on ait les deux équations fonctionnelles

$$(2)\quad V(x, y) + \frac{1}{2\pi}\int\int f(\xi, \eta)\,V(\xi, \eta)\log\frac{1}{r}\,d\xi\,d\eta = U(x, y) \qquad (\text{dans A}),$$

$$(3)\quad \frac{dU}{dn} - \frac{1}{2\pi}\int\int f(\xi, \eta)\,V(\xi, \eta)\,\frac{\cos(r, n)}{r}\,d\xi\,d\eta = \Phi \qquad (\text{sur C}).$$

Or l'élimination de V entre ces deux équations est facile. On peut, en effet, tirer de l'équation (2) V en fonction de U à l'aide des méthodes employées par M. Fredholm dans ce genre d'équations fonctionnelles. La substitution dans (3) conduit alors, pour U, à une équation fonctionnelle de la forme

$$(4)\quad \frac{dU}{dn} + \int\int Q(\xi, \eta; s)\,U(\xi, \eta)\,d\xi\,d\eta = \Phi(s) \qquad (\text{sur C})$$

où nous mettons en évidence l'arc s fixant la position d'un point sur le contour C. La fonction Q est une fonction connue de (ξ, η) et s.

3. Nous avons donc à *résoudre l'équation fonctionnelle* (4) *au moyen d'une fonction harmonique* U.

Ce problème va se ramener à une équation fonctionnelle de Fredholm. Prenons, en effet, pour U un potentiel de simple couche relatif à la ligne C,

$$U = \int \rho(\sigma)\log\frac{1}{r}\,d\sigma,$$

r désignant la distance du point (x, y) à l'élément $d\sigma$.

En faisant la substitution dans (4), on est conduit pour ρ à l'équation fonctionnelle

$$\rho(s) + \int \rho(\sigma)\,P(s, \sigma)\,d\sigma = \frac{1}{\pi}\Phi(s),$$

$P(s, \sigma)$ étant une fonction connue. On a ainsi une équation de Fredholm pour déterminer la densité ρ qui nous fera connaître U et, par suite, V. Le problème est donc complètement résolu.

4. Il est clair que dans certains cas exceptionnels le problème sera sans solution, du moins si Φ est quelconque; mais, *en général*, le problème a une solution et une seule. Avec précision, et en introduisant un paramètre constant λ, on peut énoncer que l'équation

$$\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} = \lambda f(x, y) V$$

admet une solution continue et une seule pour laquelle $\frac{dV}{dn}$ a des valeurs données sur le bord; il peut y avoir seulement exception pour certaines valeurs de λ racines d'une transcendante entière. Quand f est positif (c'est le cas traité par M. Lindeberg), il n'y a pas de valeurs exceptionnelles de λ qui soient positives. Il est évident que $\lambda = 0$ est toujours une valeur exceptionnelle.

Nous avons dit plus haut que, avec des modifications convenables, la méthode est applicable à l'intégration d'une équation linéaire quelconque du type elliptique

$$\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} + a\frac{\partial V}{\partial x} + b\frac{\partial V}{\partial y} + cV = 0,$$

quand on se donne $\frac{dV}{dn}$ sur le contour.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Alcoolyse du beurre de coco.* Note de MM. A. Haller et Youssoufian.

La matière grasse du coco ou du coprah a fait l'objet de nombreux travaux depuis l'année 1815 où Trommsdorf publia le premier Mémoire sur cette matière.

L'importance qu'elle a prise, depuis quelques années, dans l'alimentation sous les noms les plus fantaisistes (végétaline, beurre végétal, lactine, lauréol, nucoline, palmine, etc.), dans la stéarinerie et dans la savonnerie, les difficultés que présente sa recherche dans le beurre et d'autres matières grasses naturelles qu'elle sert à sophistiquer, justifient l'intérêt et les travaux qu'elle a suscités.

Toutefois, malgré les multiples analyses qu'on en a faites [1], les auteurs ne sont

---

(1) On trouvera une bibliographie complète des travaux dont a été l'objet le beurre de coco, dans la thèse de doctorat de M. J.-J. Reijst, publiée chez E.-J. Brill, à Leyde.

pas encore complètement d'accord sur sa constitution. C'est ainsi qu'Ulzer (1) met en doute la présence de la palmitine dans cette matière grasse et que tout récemment M. J.-J. Reijst (2) conclut nettement à l'absence de cette même palmitine en même temps que de la stéarine.

Ajoutons que M. Lewkowitsch (3) admet au contraire, outre ces deux glycérides, ceux des acides caproïque, caprylique, caprique, laurique, myristique (ces deux derniers en assez grande quantité) et oléique.

Les quantités considérables de ce beurre qui nous arrivent en Europe et, partant, la facilité avec laquelle on peut se le procurer exempt de toute altération nous ont conduit à faire nos premiers essais d'alcoolyse sur ce produit.

La matière employée possédait les constantes suivantes :

Point de solidification	21° à 20°,5
Point de fusion	23° à 25°
Indice de saponification	242,1
Indice de Reichert-Meissel	6,5
Indice de Hehner	90,5
Indice d'iode	8,47

Ces constantes se rapprochent de celles observées sur la plupart des beurres de coco signalés dans la littérature chimique.

La matière grasse a été soumise à l'action des alcools méthylique et éthylique absolus, dans les conditions indiquées dans notre dernier Mémoire. Les agents catalyseurs employés étaient les acides chlorhydrique et phénylsulfonique dans la proportion de 2 pour 100 de l'alcool, au sein duquel nous opérions.

Les opérations ont été effectuées dans des bouteilles fermées, à la température du bain-marie, ou à une température de 35° environ, mais en ayant soin de soumettre le liquide à une agitation continue. Dans d'autres cas, nous avons opéré en vase ouvert, dans un ballon muni d'un réfrigérant ascendant.

Le liquide n'a été soumis au traitement subséquent que lorsqu'il était complètement homogène.

Quand, après avoir précipité le mélange résultant de l'alcoolyse par de

(1) Ulzer, *Chem. Revue*, 1899, p. 203.

(2) Reijst, *Rev. des Trav. chim. des Pays-Bas*, t. XXV, 1906, p. 271.

(3) Lewkowitsch, *Chem. Technologie und Analyse der Oele, Fette und Wachse*, t. II, p. 327.

l'eau, on sépare les éthers-sels par simple décantation, on n'obtient point la quantité théorique de ces derniers, une partie restant toujours en dissolution dans l'eau et l'alcool. Pour obtenir la totalité des éthers, il vaut mieux épuiser la totalité de la masse à plusieurs reprises au moyen d'éther, dessécher la solution sur du chlorure de calcium qui retient l'alcool et l'eau, et distiller.

On obtient alors, après évaporation de l'éther, un poids d'éthers-sels équivalent au poids de corps gras employé, quand l'opération a été faite au sein de l'alcool méthylique, $3CH^3$ différant peu en poids de C^3H^5 dans l'équation

$$C^3H^5(OCOR)^3 + 3CH^3OH = C^3H^5(OH)^3 + 3RCOOCH^3.$$

La méthanolyse [1] du beurre de coco, opérée sur 3kg de matière grasse, nous a permis d'isoler nettement, par distillation fractionnée, les *caproate, caprylate, caprate, laurate, myristate, palmitate, stéarate* et *oléate de méthyle*, les termes en C^{16} et C^{18} en quantités relativement faibles, il est vrai (1 pour 100 environ), de faire l'analyse et de déterminer certaines constantes de ces différents éthers.

Bien que la plupart fussent connues avant nos recherches, nous croyons néanmoins devoir résumer dans un Tableau celles que nous avons observées :

Éthers méthyliques.	Point de fusion.	Point d'ébullition sous 15mm.
Caproate	»	52°- 53°
Caprylate	$-40°$ à $41°$	83
Caprate	-18	114
Laurate	$+5$	141
Myristate	$+18$	167-168
Palmitate	$+28$	196
Stéarate	$+38$	214-215
Oléate	»	212-213

Nous devons ajouter que l'indice d'iode de l'oléate (82,40 au lieu de 86,22) que nous avons obtenu, décèle encore la présence d'une petite quantité de stéarate qu'il est impossible de séparer par congélation.

---

[1] Le mot alcoolyse étant réservé à l'action des alcools en général sur les composés susceptibles de se dédoubler en milieu alcoolique, nous emploierons les expressions de méthanolyse, éthanolyse, propanolyse, etc., dans les cas particuliers où l'on opérera en présence d'alcools méthylique, éthylique, propylique, etc.

Nous avons en vain cherché à isoler de l'éther butyrique dans le mélange, aussi pouvons-nous conclure que l'échantillon que nous avons soumis à l'étude ne renferme pas trace de butyrine.

Dans le but de nous assurer si des beurres de coco de provenance différente avaient la même composition que le produit commercial analysé, nous avons soumis au même traitement deux beurres que nous a obligeamment remis notre collègue, M. Rivals, de Marseille.

L'un avait été préparé avec du coprah de Malabar et l'autre était originaire de Manille.

Tous deux nous ont fourni les mêmes éthers et étaient également exempts de butyrine.

En résumé, les beurres de coco renferment bien les différents glycérides des acides gras saturés en $C^6, C^8, C^{10}, C^{12}, C^{14}, C^{16}, C^{18}$ et de l'acide oléique, glycérides parmi lesquels la laurine et la myristine dominent.

ASTRONOMIE. — *Quelques remarques sur les observations des contacts dans les éclipses totales de Soleil.* Note de M. **Ch. André**.

La discussion des résultats de l'observation des contacts des bords de la Lune avec ceux du Soleil dans l'éclipse totale du 30 août 1905 conduit à quelques remarques intéressantes. Il convient d'ailleurs de traiter à part les contacts externes et les contacts internes.

I. *Contacts externes.* — Dans certaines stations, on les a observés par projection des images sur un écran; dans d'autres, l'observation a été faite directement.

Par projection, faite alors en toute sécurité et dans les conditions les plus voisines de la netteté géométrique. Cette observation paraît *a priori* devoir donner d'excellents résultats. Deux missions ont, à notre connaissance, employé ce mode d'observation : celle de MM. Stéphan et Borelly à Guelma et celle de MM. André et Guillaume à Roquetas, près Tortosa. Voici leurs résultats :

	Premier contact (T. m. de Guelma).	Deuxième contact.	
	h m s	h m s	
Stéphan	0.43.39,1	3.19.58,9	Télescope de $0^m,40$, réduit à $0^m,20$.
Borelly	0.43.39,1	3.19.59,1	Objectif de $0^m,09$.

	Premier contact (T. m. de Paris).	Deuxième contact.	
	h m s	h m s	
André (1)......	0. 4.55,8	2.44. 7,7	Objectif de $0^{m},16$.
Guillaume (1)..	0. 4.55,3	2.44.12,1	

Ces nombres sont très concordants pour chacune des stations et ils semblent devoir donner des contacts exacts; cependant, si on les compare à ceux calculés avec les éléments de la *Connaissance des Temps*, on a, pour la différence C — O du calcul et de l'observation, les valeurs suivantes :

	Premier contact.	Deuxième contact.
(C — O) à Guelma........	$+ 12^{s},9$	$+ 23^{s},6$
(C — O) à Roquetas.......	$+ 14^{s},4$	$+ 23^{s},5$

Dans les deux stations et pour chaque contact l'observation est en avance sur le calcul; mais, et c'est là le fait remarquable, cette avance n'est pas constante, elle est dans chacune d'elles sensiblement deux fois plus grande à la fin de l'éclipse qu'au commencement. Elle ne représente donc pas seulement la correction due aux petites erreurs subsistant encore dans les éléments adoptés pour la Lune; à cette portion que, pour abréger, j'appellerai *correction théorique* il doit s'en ajouter une autre dépendant de l'observateur lui-même et aussi de l'ouverture libre employée, et ceci est facile à expliquer.

Observés par projection les contacts se présentent de la façon la plus simple (nous négligeons les ondulations du bord solaire): à l'entrée, le bord du Soleil s'échancre géométriquement et le moment du contact est celui où commence l'échancrure; à la sortie, le phénomène est symétrique sur l'autre bord et le moment du contact est celui où cesse l'échancrure. Dans le premier cas, on a donc à apprécier le commencement de l'obscurité sur une petite portion du bord solaire; dans le second, c'est au contraire la cessation de cette obscurité qui préoccupe l'observateur.

Ce simple énoncé montre que, même pour les meilleurs observateurs, le premier contact sera indiqué en retard et le second trop tôt; et sans que nous puissions l'affirmer il y a de grandes chances, étant donnée la symétrie des apparences, pour que le retard et l'avance soient peu différents l'un de l'autre : nous les supposerons égaux. Dès lors soit, en un certain lieu, Δt leur valeur commune, Δc la correction au temps calculé C avec les éléments adoptés, O l'instant observé, on aura en général

$$C + \Delta c - \Delta t = O, \qquad C - O = \Delta t - \Delta c;$$

or, à l'entrée Δt est positif tandis qu'il est négatif à la sortie. On a donc

(1) Ces nombres rectifient ceux publiés aux *Comptes rendus* (Vol. CXLI, p. 867), qui ont été altérés par une faute de transcription.

pour les deux cas (Δc étant évidemment le même)

$$(C - O)_e = \Delta t - \Delta c, \qquad (C - O)_s = - \Delta t - \Delta c.$$

La différence (C — O) n'est donc pas la même pour les deux contacts; elle varie du double de Δt qui est par suite égal à la demi-différence de ses valeurs; et, d'autre part, leur demi-somme donne la *correction théorique* aux heures des contacts : appliquons ces notions aux observations précédentes, nous aurons

Guelma...............	$\Delta t = 5^s,2$	$(C - O)_{th} = + 18^s,36$
Roquetas..............	$\Delta t = 4^s,5$	$(C - O)_{th} = + 18^s,95$

Comme on le voit, l'erreur d'observation dans les deux cas qui précèdent où les instruments ont des ouvertures suffisantes et peu différentes a sensiblement la même valeur et atteint 5^s.

Observation directe. — L'observation directe est évidemment moins simple, cependant le sens général des résultats obtenus est toujours le même. Malheureusement, dans les stations qui nous sont connues, ou bien on n'a observé qu'un seul contact, ou, si on a observé les deux comme à l'observatoire de l'Èbre, l'observateur déclare que le premier a été noté fort en retard, d'un intervalle qu'il lui est impossible d'estimer. On ne peut donc les faire servir à un calcul analogue au précédent.

II. *Contacts internes.* — Tous les observateurs qui ont été assez heureux pour voir la totalité l'ont observée directement. L'observation est alors souvent compliquée par les phénomènes lumineux extérieurs au disque du Soleil et il n'y a pas lieu d'employer le même mode de discussion; mais on peut se servir des résultats précédents pour apprécier sa précision. En effet, si aux heures calculées pour un lieu on ajoute la correction théorique, on aura l'heure exacte du contact, heure que nous comparerons ensuite à l'heure observée. Appliquons cette méthode à l'observation de Guelma et à celle faite par le R. P. Stein à l'Observatoire de l'Èbre (objectif de $0^m,16$ réduit à $0^m,025$) (¹). Nous aurons :

	Premier contact intérieur.			*Deuxième contact intérieur.*		
	Théorique.	Obs.	(C — O).	Théorique.	Obs.	(C — O).
Guelma $(C - O)_{th} = 18^s,30$..	$2^h\,3^m\,26^s,70$	29,5	$-2^s,8$	$2^h\,7^m\,6^s,7$	2,0	$+4^s,7$
Obs. de l'Èbre $(C - O)_{th} = 19^s,00$..	$1^h\,25^m\,33^s,2$	34,1	$-0^s,9$	$1^h\,28^m\,23^s,5$	28,1	$-4^s,6$

(¹) Notre station de Roquetas étant très voisine de l'Observatoire nous appliquons à celui-ci la même *correction théorique*.

Le premier contact a été observé en retard dans les deux stations, ce qui paraît être le cas normal, puisqu'il s'agit alors d'extinction de lumière. Mais pour le second contact, tandis qu'à Guelma on a observé en avance, ce qui paraît encore être le cas normal, à l'Observatoire de l'Èbre on a au contraire noté le contact en retard ([1]).

La conclusion principale à tirer de cette discussion est que la concordance la plus complète entre les heures observées en un même lieu pour le même contact par deux observateurs différents, telle qu'on la constate dans la très remarquable observation de MM. Stéphan et Borelly à Guelma et pour nous à Roquetas, ne prouve point que cette heure soit celle du contact réel. Il faut pour obtenir cette dernière lui ajouter une correction qui dépend de l'observateur et de l'ouverture libre employée.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Sur l'histoire du principe employé en Statique par Torricelli.* Note de M. **P. Duhem**.

En faisant hommage à l'Académie du tome II de notre Ouvrage sur *les Origines de la Statique,* nous voudrions signaler à sa bienveillante attention quelques-uns des points qui y sont traités.

La plus grande partie du Volume est consacrée à retracer l'histoire de ce principe dont Lagrange attribue l'invention à Torricelli : *Un système pesant est en équilibre lorsque tout dérangement virtuel de ce système obligerait le centre de gravité à s'élever.*

Pour retrouver la première source de ce principe, il faut remonter jusqu'à la théorie de la pesanteur soutenue par Aristote : Tout grave tend vers son lieu naturel, qui est le centre du monde; mais la totalité de ce grave ne pourrait se loger au centre du monde, qui n'est qu'un point; le grave demeurera donc en équilibre lorsqu'un certain point milieu (τὸ μέσον), qu'Aristote ne précise pas autrement, se trouvera au centre du monde (Aristote, Περὶ Οὐρανοῦ, B, ιδ). Simplicius, commentant ce passage, mentionne à ce sujet « les recherches *sur les centrobaryques* d'Archimède et de plusieurs autres ».

La question n'acquiert aucune précision nouvelle dans les écrits des commentateurs arabes, d'Albert le Grand et de saint Thomas d'Aquin.

([1]) Il semble qu'on doive attribuer cette différence à la trop grande réduction de l'objectif du P. Stein.

Mais, au milieu du xiv[e] siècle, un maître de l'Université de Paris, Albert de Helmstædt, dit Albert de Saxe, transforme ces indications en une doctrine formelle : En chaque corps grave, il existe un point qui en est le centre de gravité et qui tend à se placer au centre du monde; ou mieux, un grave détaché de la terre et le reste de la terre se meuvent jusqu'à ce que le centre de gravité de l'ensemble se trouve au centre du monde.

Cette doctrine, développée par Albert de Saxe en ses *Subtilissimæ quæstiones* sur la Physique et sur le *De Cœlo* d'Aristote, domine toutes les discussions relatives à la pesanteur qui se produisent au moyen âge et à l'époque de la Renaissance. La révolution Copernicaine y apporta une modification; les partisans de Copernic admirent que tout fragment d'un astre possède une gravité particulière et qu'il tend à mettre son centre particulier de gravité en un point spécial à cet astre ; c'est sous cette forme nouvelle que la théorie d'Albert de Saxe était admise par Galilée. La modification apportée à cette doctrine par Copernic était fort importante pour la Mécanique céleste ; elle ne tirait guère à conséquences pour la Statique.

La terre est en repos lorsque son centre de gravité se trouve au centre du monde ; cette proposition doit-elle s'entendre de l'agrégat de la terre et de l'eau ou seulement de la terre ferme ? Après quelque hésitation, Albert de Saxe s'était déclaré en faveur de la seconde opinion, mais sans mettre fin au débat qui dura jusqu'au début du xvii[e] siècle. La théorie de la pesanteur donnée par Albert de Saxe se trouve ainsi intimement liée aux discussions sur la figure de la terre et des mers qui se produisirent entre les années 1360 et 1600 ; nous avons été amené de la sorte à retracer l'histoire de ces discussions.

Les écrits d'Albert de Saxe ont été très profondément étudiés par Léonard de Vinci ; la théorie de la pesanteur du maître de l'Université de Paris a suggéré au grand artiste le théorème du *polygone de sustentation*, dont il fait grand usage en son Traité de la peinture.

Les recherches de Léonard sur les propriétés statiques du centre de gravité ont été certainement plagiées au xvi[e] siècle; en particulier, les *théorèmes* insérés en 1604 par le P. J.-B. Villalpand dans son Commentaire sur la vision d'Ezéchiel doivent être regardés comme une sorte de paraphrase d'un traité du Vinci ; il en est de même de nombreux passages des *Exercices* sur les questions mécaniques d'Aristote, de Bernardino Baldi ; c'est par ces écrits que le théorème sur le polygone de sustentation est venu à la connaissance des mécaniciens.

C'est dans la seconde édition, publiée en 1554, de ses XXI livres *Sur la*

subtilité que Jérôme Cardan, voulant rendre compte de l'équilibre d'un seau suspendu d'une manière étrange, suppose pour un instant que ce seau tombe et ajoute : « Igitur centrum gravitatis elongatum est a centro terræ sponte, igitur motu naturali grave ascendit, quod esse non potest. Non igitur situla descendit... ». Nous trouvons là le premier germe du principe qui sera invoqué par Torricelli.

Chose curieuse : le cas d'équilibre que Cardan prétend expliquer par ce raisonnement est absurde ; mais nous y reconnaissons sans peine la déformation d'un cas d'équilibre paradoxal imaginé par Léonard de Vinci. L'équilibre absurde décrit par Cardan est reproduit par Mersenne en sa *Synopsis mathematica*, publiée en 1626; il y est précédé d'un autre cas d'équilibre, sensé celui-là ; or, dans les manuscrits de Léonard de Vinci, ce second cas d'équilibre se trouve également décrit, immédiatement avant celui dont Cardan et Mersenne ont reproduit la déformation. On est amené ainsi à penser que Cardan et Mersenne ont eu en main un écrit copié, et mal copié, sur un traité de Léonard. C'est donc à celui-ci qu'il faudrait attribuer la première invention du principe auquel Torricelli donnera sa forme définitive.

Ce principe, Galilée le formule nettement au *Scholium generale* qu'il adressa le 3 décembre 1639 au P. Benedetto Castelli et qui, à partir de la seconde édition des *Discorsi*, prit place en la troisième journée. Galilée l'énonce ainsi : « Il est impossible qu'un grave ou qu'un ensemble de graves se meuve naturellement en s'écartant du centre commun vers lequel conspirent toutes les choses graves ; partant, il est impossible qu'il se meuve spontanément si, par suite du mouvement pris, son propre centre de gravité ne gagne pas en voisinage par rapport au susdit centre commun. »

On voit que Galilée rattache très nettement ce principe à la doctrine d'Albert de Saxe, à peine modifiée par Copernic. Or cette doctrine suppose que le point d'application de la résultante des poids des diverses parties d'un corps est un point (*centre de gravité*) qui demeure fixe dans ce corps lorsque ce corps s'approche du centre commun des graves, et même s'il applique ce centre de gravité au centre commun des graves.

La Mécanique eut très grand'peine à se débarrasser de cette notion fausse de centre de gravité ; elle y parvint à la suite d'une discussion provoquée par la *Géostatique* de Jean de Beaugrand, et à laquelle prirent part Beaugrand et Fermat d'un côté, Etienne Pascal, Roberval et Descartes de

l'autre. Beaugrand et Fermat tiraient tous leurs principes de la doctrine d'Albert de Saxe; leurs adversaires leur prouvaient que ces principes étaient en contradiction avec ceux de la saine Mécaniqne.

Le P. Castelli avait eu commerce avec Beaugrand et avait retrouvé de son côté les théorèmes étranges de Fermat; Torricelli, son élève, dut connaître par lui les diverses phases de la querelle sur la Géostatique; toujours est-il qu'il usa sans cesse de la notion de centre de gravité sous une forme absolument correcte et qu'il donna cette même forme correcte au principe de Statique qui porte habituellement son nom.

M. **Haton de la Goupillière** fait hommage à l'Académie d'un Mémoire qu'il vient de publier dans les *Annaes scientificos da Academia polytechnica de Porto* (1906, p. 201 à 228) sous ce titre : *Centre de gravité du temps de parcours*.

Si l'on imagine un mobile doué d'un pouvoir émissif proportionnel au temps, il laissera le long de sa trajectoire une imprégnation variable en raison inverse de sa vitesse. Cette courbe deviendra par là un système matériel dont on peut chercher le centre de gravité. L'émanation s'accumulant sur chaque élément proportionnellement au temps employé à le franchir, on peut lui donner pour mesure ce temps lui-même; d'où le titre de ce travail.

Mais ce point de vue se généralise ensuite et, au lieu de l'inverse de la vitesse, on peut adopter comme densité tout autre élément de dynamique générale que l'on voudra choisir, par exemple la pression sur la trajectoire, la force centripète, la force tangentielle, etc. Cette dernière notamment introduit le centre de gravité de l'énergie acquise ou perdue en cours de route à chaque instant.

Ce travail renferme quelques théories générales et des exemples dont quelques-uns, par la simplicité de leurs résultats, pourraient sans doute trouver place dans l'enseignement.

MÉMOIRES LUS.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Perfectionnement apporté à l'eudiomètre : sa transformation en grisoumètre. Recherche et dosage du formène et de l'oxyde de carbone*, par M. **Nestor Gréhant**.

J'ai l'honneur de présenter à l'Académie des Sciences l'eudiomètre à eau que j'ai perfectionné de la manière suivante :

La cloche graduée divisée en centimètres cubes, en cinquièmes ou en dixièmes, est fixée par un support nouveau à tige carrée portant à la partie inférieure un bouchon de caoutchouc traversé par deux fils de cuivre isolés, terminés par une anse de platine (inflammateur du professeur Coquillion); à la partie supérieure on fixe à l'aide de vis un curseur pourvu d'une cupule hémisphérique doublée de caoutchouc qui applique fortement la cloche eudiométrique sur la base de caoutchouc : dans ces conditions, jamais les gaz ne peuvent s'échapper par le bas de la cloche.

L'expérience montre qu'il faut envelopper l'eudiomètre d'un ou de deux bocaux cylindriques pleins d'eau destinés à retenir les fragments de verre, en cas d'explosion.

Essai de l'hydrogène. — Dans une cloche de 50^{cm^3} j'introduis 20^{cm^3} d'hydrogène provenant de l'appareil de Kipp et j'ajoute de l'oxygène et de l'air pour faire 46^{cm^3}; je fais passer un courant d'accumulateurs qui rougit le fil de platine et j'obtiens une réduction de $30^{cm^3},4$ dont les $\frac{2}{3}$ sont égaux à 20,26; nous avons donc de l'hydrogène absolument pur.

Mélanges titrés de formène et d'air. — 1° Je compose un mélange d'air et de formène à 6 pour 100, la proportion la plus petite s'enflammant avec détonation, d'après les travaux classiques de Mallard et de M. Le Chatelier; je fais passer une fois le courant, j'observe une flamme sans bruit et j'obtiens, après absorption de l'acide carbonique, une réduction totale correspondant à 5,5 pour 100 de formène : la combustion est incomplète, je transforme mon eudiomètre en grisoumètre, en faisant passer deux cents fois le courant et j'obtiens une nouvelle réduction dont le tiers me donne un nouveau volume de formène; je retrouve 5,9 pour 100 de formène au lieu de 6.

2° Je compose un mélange à 5 pour 100 de formène, d'air et d'oxygène, un seul passage du courant ne produit pas de flamme, mais une faible

réduction, indice de la présence d'un gaz combustible; dans une cloche de 50cm³, il est nécessaire de faire passer le courant six cents fois pour obtenir une réduction correspondant à 4,8 pour 100 de formène, c'est-à-dire un chiffre très voisin de 5 pour 100.

3° Dans un mélange à 1 pour 100 de formène et d'air, un seul passage du courant ne donne pas de réduction, mais 600 passages du courant ont donné 0cm³,9 de formène.

Il est évident que la présence d'un centième de grisou dans l'atmosphère d'une mine de houille ne présente aucun inconvénient; il n'en est pas de même lorsque la proportion atteint 5 pour 100 et s'approche du chiffre dangereux 6 pour 100.

Dans la pratique, je conseille l'emploi de petites cloches de 20cm³ divisées en cinquièmes; pour un mélange à 1 pour 100 de formène, 200 passages du courant suffisent pour un dosage exact; 200 passages de plus ne donnent qu'une réduction supplémentaire de 0cm³,1 et l'on obtient le chiffre 0,92 au lieu de 1 pour 100.

Dosage physiologique par l'eudiomètre de traces d'oxyde de carbone. — J'ai fait une nouvelle application de mon eudiomètre à l'étude qui n'est pas encore terminée de l'empoisonnement par l'oxyde de carbone : des expérimentateurs et des hygiénistes affirment que ce gaz, même à la dose infinitésimale de $\frac{1}{100000}$, peut amener des accidents graves chez l'homme; pour contrôler cette opinion, j'ai eu recours à une série d'expériences comparatives que je ne cesse de faire selon la méthode instituée par mon illustre maître Claude Bernard : elles ont consisté à faire respirer à une série de rongeurs (lapins), animaux bien comparables, des mélanges titrés d'oxyde de carbone et d'air égaux à $\frac{1}{5000}$ et à $\frac{1}{10000}$ et cela sur trois animaux différents pendant 1 heure, 5 heures et 9 heures; le meilleur réactif absorbant de l'oxyde de carbone est l'hémoglobine; j'ai donc extrait les gaz du sang additionné d'acide phosphorique trihydraté dans le vide de la pompe à mercure et j'ai obtenu les résultats suivants :

100cm³ de sang contiennent en centimètres cubes d'oxyde de carbone :

	Mélange à $\frac{1}{5000}$.	Mélange à $\frac{1}{10000}$.
	cm³	cm³
Au bout de 1 heure	2,2	1,12
» de 5 heures	3,1	1,42
» de 9 heures	3,1	1,43

Ces résultats ont la plus grande importance : ils démontrent que, pour de faibles proportions d'oxyde de carbone, les chiffres du gaz absorbé par le sang

au bout de 5 heures et de 9 heures deviennent invariables : il existe donc dans la courbe des résultats obtenus un plateau comme celui que j'ai découvert dans mes recherches sur l'empoisonnement par l'alcool.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Aimé Bonplan, médecin et naturaliste, explorateur de l'Amérique du Sud, sa vie, son œuvre, sa correspondance,* avec un choix de pièces relatives à sa biographie, un portrait et une carte, par le Dr E.-T. Hamy, Membre de l'Institut. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

2° *Études géologiques dans le nord de Madagascar. Contributions à l'histoire géologique de l'Océan indien,* par Paul Lemoine (Présenté par M. de Lapparent.)

3° Une brochure intitulée : *Nuova analisi del trattato delle coniche di Gérard Desargues, e cenni su J.-B. Chauveau,* per Federico Amodeo. (Présenté par M. Haton de la Goupillière.)

4° Une *Notice sur l'Institut aérodynamique de Koutchino,* par M. Riabouchinsky et le fascicule I du *Bulletin* de cet Institut.

ASTRONOMIE. — *Détermination des coordonnées géographiques de Tortosa et du nouvel Observatoire del Ebro.* Note de M. **R. Cirera**, présentée par M. Bigourdan.

Nous avons déterminé les coordonnées de cet Observatoire par deux méthodes :

1° Par différence, relativement à la cathédrale de Tortosa;

2° Au moyen d'observations directes.

La position géographique de la cathédrale de Tortosa avait été déterminée lors de la célèbre triangulation exécutée pour la mesure de la méridienne de France.

Jusqu'à 1895 inclusivement, la *Connaissance des Temps* a donné les valeurs suivantes :

Tortosa-Cathédrale.	Latitude Nord..............	40°48′46″
	Longitude Ouest de Paris....	$0^h 7^m 9^s$

Nous avons déterminé la différence de longitude et de latitude entre l'Observatoire et la cathédrale par une triangulation et à l'aide de l'azimut du clocher de Roquetas. Le petit théodolite employé donne la minute d'arc; les lectures furent faites successivement avec grand soin par trois observateurs. On trouva ainsi l'Observatoire à 22″,5 au nord de la cathédrale et 1′43″,5 ou $6^s,90$ à l'ouest.

Plus tard la même différence a été déterminée avec des précautions plus grandes et en employant un grand théodolite. Elle fut exécutée par le P. Ubach avec un théodolite de première classe de Repsold : il trouva 23″,3 et $6^s,98$. La moyenne des deux déterminations ainsi faites donne donc 22″,9 et $6^s,94$. En appliquant ce résultat aux coordonnées de la cathédrale, nous obtenons :

Observatoire de l'Èbre.	Latitude Nord................	40°49′8″,9
	Longitude Est de Greenwich...	$0^h 2^m 5^s,06$

Avant l'éclipse de Soleil de 1905 nous avons reçu l'intéressant travail publié par la Direction générale de l'Institut géographique, sous le titre : *Coordenadas geográficas de puntos comprendidos en la zona de totalidad del Eclipse de Sol de* 30 *de Agosto de* 1905, dans lequel nous avons trouvé trois points géodésiques situés en vue de l'Observatoire, dont deux sont de premier ordre. Ces points offraient un moyen exact pour déterminer les coordonnées de l'Observatoire.

Pour mesurer les angles à l'Observatoire, formés par les trois directions des points Montsiá, Gordo et Espina, nous disposions à cette époque d'un théodolite, dont le vernier donnait le sixième de minute. Les PP. Stein et Balcells firent séparément les lectures des angles et les répétaient. Aux valeurs ainsi trouvées le P. Stein appliqua la méthode des moindres carrés, en tenant compte de l'aplatissement de la Terre; après le calcul il trouva pour le pilier qui portait le théodolite :

Pilier du théodolite..	Latitude......................	40°49′13″,38
	Longitude Est de Madrid.......	4°10′49″,67

et pour le pilier du cercle méridien auquel nous rapportons les coordonnées de l'Observatoire :

Pilier du Cercle méridien.	Latitude..................	40°49′13″,24
	Longitude Est de Madrid...	4°10′50″,12

Cette longitude réduite à Greenwich et exprimée en temps nous donne :

$0^h 1^m 58^s,2$ Est de Greenwich;

résultat inférieur à celui que nous avions obtenu au moyen de la longitude de la cathédrale de Tortosa.

Par bonheur un autre moyen nous fut offert pour déterminer la longitude de l'Observatoire : le Gouvernement espagnol eut l'heureuse idée de communiquer télégraphiquement l'heure à divers points où l'on observait l'éclipse, en les reliant directement à l'Observatoire de Madrid. L'un de ces points fut notre observatoire : la station télégraphique y fut installée près de l'une des pendules astronomiques. L'observation fut répétée plusieurs jours en supposant connue l'heure de notre observatoire, et les moyennes de 8 jours avant l'éclipse et de 8 jours après nous ont donné successivement

Longitude Est de Madrid....... $0^h 16^m 43^s,80$ et $0^h 16^m 43^s,89$;

les résultats sont, comme on voit, bien d'accord entre eux et donnent par rapport à Greenwich :

$0^h 1^m 58^s,71$ Longitude Est.

Ce résultat s'écarte du précédent de $0^s,5$, différence que l'on pourrait attribuer, au moins en partie, au retard des signaux télégraphiques : nous sommes en effet à l'est de Madrid.

Toutefois, on répéta la détermination des coordonnées de l'Observatoire par le moyen des trois points géodésiques, Espina, Gordo et Montsià, d'après la méthode employée précédemment. Le P. Ubach se chargea de cette nouvelle détermination, à l'aide d'un théodolite de première classe de Repsold, marque D, propriété de l'Institut géographique de Madrid, et qui permettait d'apprécier directement les 2″.

Il fit 40 lectures d'angles qui donnèrent :

Pilier du Cercle méridien....	Latitude Nord..................	40°49′13″,42
	Longitude Est de Madrid........	4°10′50″,12

Cet accord parfait avec les mesures antérieures, joint au résultat obtenu par la télégraphie, nous fait adopter pour l'Observatoire la longitude de $0^h 1^m 58^s,5$ Est de Greenwich.

Pour la latitude, le P. Stein appliqua la méthode Horrebow-Talcott qui, outre sa grande précision, offre l'avantage d'être indépendante de la graduation du cercle; il prit cinq paires d'étoiles dans la *Connaissance des Temps* et avec la moyenne de 30 déterminations trouva :

Latitude Nord.................................. 40°49′14″,51

valeur qui diffère de 1″,09 de la valeur trouvée au moyen des points géodésiques.

Nous adoptons la moyenne des valeurs obtenues par la méthode Talcott et par les points géodésiques, c'est-à-dire

Latitude Nord.................................... 40°49′14″

de sorte qu'on a comme résultat final pour les coordonnées de l'Observatoire de l'Èbre :

Pilier du Cercle méridien.....	Latitude Nord.....................	40°49′14″
	Longitude Ouest de Paris..........	$0^h 7^m 22^s,5$
	Longitude Est de Greenwich.......	$0^h 1^m 58^s,5$

Il semble donc certain que les coordonnées de la cathédrale de Tortosa données autrefois par la *Connaissance des Temps* sont affectées d'une erreur de quelque importance.

En les déduisant de celles de l'Observatoire de l'Èbre, nous aurons :

Tortosa (Cathédrale)......	Latitude Nord.....................	40°48′51″
	Longitude Ouest de Paris..........	$0^h 7^m 15^s,6$
	Longitude Est de Greenwich........	$0^h 2^m 5^s,4$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations aux dérivées partielles du second ordre à deux variables indépendantes qui admettent un groupe d'ordre pair de transformations de contact.* Note de M. J. CLAIRIN.

J'ai démontré antérieurement un théorème relatif aux transformations de certaines équations aux dérivées partielles de second ordre [1], je me propose de le généraliser.

Soit

$$(1) \qquad r + f(x, y, z, p, q, s, t) = 0$$

une équation aux dérivées partielles du second ordre à deux variables indépendantes écrite avec les notations de Monge; pour représenter les dérivées de z d'ordre supérieur au second nous poserons

$$p_{i,k} = \frac{\partial^{i+k} z}{\partial x^i \partial y^k};$$

en dérivant le premier membre de (1) un nombre suffisant de fois nous pourrons exprimer toutes les dérivées de z en fonction de celles dont le premier indice est inférieur ou égal à l'unité.

Imaginons que l'équation (1) admette un groupe d'ordre $2n$ de trans-

[1] *Comptes rendus*, 12 mai 1902; *Bulletin de la Société mathématique*, t. XXX, p. 100.

formations de contact, que nous désignerons par (G), n étant un nombre entier. Prolongeons le groupe (G) en remplaçant par leurs expressions toutes les dérivées dont le premier indice est au moins égal à deux et formons le système des équations aux dérivées partielles auxquelles satisfont les invariants différentiels d'ordre n de (G); le nombre de ces équations est $2n$ et celui des variables qui y figurent est $2n+3$, il existe donc trois invariants différentiels distincts. Posons

$$(2)\qquad \begin{cases} x' = f_1(x, y, z, p, q, s, t, p_{12}, p_{03}, \ldots, p_{0n}), \\ y' = f_2(x, y, z, p, q, s, t, p_{12}, p_{03}, \ldots, p_{0n}), \\ z' = f_3(x, y, z, p, q, s, t, p_{12}, p_{03}, \ldots, p_{0n}), \end{cases}$$

f_1, f_2, f_3 désignant ces trois invariants; nous allons montrer que z' considérée comme une fonction de x' et y' satisfait à une équation aux dérivées partielles du second ordre.

On obtient les expressions des dérivées des deux premiers ordres de z' à l'aide des équations

$$\begin{aligned} dz' - p'\,dx' - q'\,dy' &= 0, \\ dp' - r'\,dx' - s'\,dy' &= 0, \\ dq' - s'\,dx' - t'\,dy' &= 0, \end{aligned}$$

où l'on remplace dx', dy', dz' respectivement par df_1, df_2, df_3, : p' et q' sont des invariants différentiels d'ordre $n+1$, r', s', t' des invariants différentiels d'ordre $n+2$; nous avons donc huit invariants x', y', z', p', q', r', s', t'. D'autre part, il ne peut y avoir que sept invariants distincts dont l'ordre ne dépasse pas $n+2$; par conséquent, il existe une relation

$$F(x', y', z', p', q', r', s', t') = 0$$

entre les invariants obtenus, c'est-à-dire que z' est une fonction de x' et y' qui satisfait à une équation de l'espèce annoncée. On voit facilement que cette dernière équation est une équation de Monge-Ampère.

Dans les Notes citées plus haut, le nombre n était supposé égal à un; il peut du reste arriver que la transformation définie par les équations (2) équivaille à plusieurs des transformations que j'avais déjà signalées. Par exemple, étant donnée l'équation

$$r + s\varphi\left(x, y, \frac{s}{t}\right) = 0,$$

il revient au même de prendre $\frac{s}{t}$ pour nouvelle fonction inconnue ou de poser successivement

$$z' = q, \qquad z'' = \frac{p'}{q'}.$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégration des équations différentielles.* Note de M. **J. Le Roux**, présentée par M. Émile Picard.

Dans la théorie des équations différentielles ordinaires la méthode d'intégration d'Euler, qui consiste dans la recherche d'un facteur intégrant et celle de Lie, basée sur la théorie des groupes de transformations, appartiennent à des points de vue bien différents. Nous allons montrer qu'il existe néanmoins entre elles une étroite relation. Le rapprochement des deux théories n'a pas seulement pour effet de les simplifier toutes deux : il fournit, en outre, les bases d'une méthode générale uniforme, d'un caractère élémentaire, pour l'étude des équations différentielles. Les propriétés si simples des équations linéaires s'étendent naturellement et presque sans efforts aux systèmes les plus généraux.

Soit

$$(1) \qquad y^{(n)} + f(x, y, y', \ldots, y^{(n-1)}) = 0$$

une équation différentielle d'ordre n. La méthode d'Euler consiste, comme l'on sait, à chercher un facteur intégrant $\varphi(x, y, y', \ldots, y^{(n-1)})$, tel que le produit

$$\varphi(y^{(n)} + f)$$

soit la dérivée totale d'une fonction $\theta(x, y, y', \ldots, y^{(n-1)})$. La fonction inconnue φ doit vérifier l'équation aux dérivées partielles

$$(2) \qquad X^{(n)}(\varphi) - X^{(n-1)}\left(\varphi \frac{\partial f}{\partial y^{(n-1)}}\right) + X^{(n-2)}\left(\varphi \frac{\partial f}{\partial y^{(n-2)}}\right) + \ldots = 0,$$

où l'on a posé

$$X(\varphi) = \frac{\partial \varphi}{\partial x} + y' \frac{\partial \varphi}{\partial y} + y'' \frac{\partial \varphi}{\partial y'} + \ldots + y^{(n-1)} \frac{\partial \varphi}{\partial y^{(n-2)}} - f \frac{\partial \varphi}{\partial y^{(n-1)}},$$
$$X^2(\varphi) = X[X(\varphi)], \qquad \ldots.$$

D'autre part, j'ai montré (*Travaux scientifiques de l'Université de Rennes,*

t. IV, p. 244) qu'à toute transformation infinitésimale conservant l'équation (1) on peut faire correspondre une *fonction génératrice* ou caractéristique

$$u(x, y, y', y'', \ldots, y^{(n-1)}),$$

solution de l'équation aux dérivées partielles

$$(3) \qquad X^{(n)}(u) + \frac{df}{dy^{(n-1)}} X^{(n-1)}(u) + \frac{df}{dy^{(n-2)}} X^{(n-2)}(u) + \ldots = 0.$$

La comparaison des équations (2) et (3) conduit à généraliser la notion de l'équation adjointe de Lagrange. La relation entre les deux équations est en effet absolument semblable à celle qui existe entre deux équations linéaires et homogènes adjointes l'une de l'autre. La seule différence consiste dans le remplacement du symbole $\frac{d}{dx}$ par le symbole X.

L'intégrale générale de l'équation (3) peut s'exprimer à l'aide d'un *système fondamental* de solutions particulières, $u_1, u_2, \ldots, u_n$, par la formule

$$u = \mu_1 u_1 + \mu_2 u_2 + \ldots + \mu_n u_n,$$

où les coefficients μ sont des intégrales de l'équation

$$(4) \qquad X(\mu) = 0$$

(ces intégrales remplacent les constantes de la théorie des équations linéaires).

A tout système fondamental de solutions de l'équation (3) correspond un système fondamental de solutions de l'équation adjointe (2). On le calcule exactement comme pour les équations linéaires à part la différence de notation signalée plus haut.

Si l'on connaît un groupe transitif de transformations infinitésimales des intégrales de (1) on en déduit d'abord, sans intégration, un système fondamental d'intégrales de l'équation (3), ce qui permet de calculer ensuite le système fondamental correspondant de l'équation (2). La méthode d'Euler permet alors d'achever l'intégration de l'équation (1) par de simples quadratures.

Lorsque l'équation proposée est linéaire, il existe un groupe transitif de transformations infinitésimales dont les fonctions caractéristiques dépendent seulement de la variable indépendante. C'est à la considération de ce groupe que se réduit en réalité la théorie élémentaire.

Les brèves indications qui précèdent suffisent pour faire ressortir le caractère de notre méthode. On voit par quel étroit lien elle se rattache aux travaux de Lie, aux méthodes d'Euler, Jacobi et Lagrange. Ajoutons aussi que l'équation (3), comme je l'ai signalé ailleurs, se déduit par une simple transformation de l'équation auxiliaire de M. Darboux (équation aux variations de M. Poincaré).

PHYSIQUE. — *Sur la conductibilité électrique du sélénium.* Note de M. **Maurice Coste**, présentée par M. G. Lippmann.

Les changements d'état que subit le sélénium sous l'influence de la chaleur, de la lumière ou de la pression, peuvent être mis en évidence par la mesure de sa conductibilité. Quand le changement s'effectuera rapidement, un thermomètre plongé dans une masse de sélénium pourra nous l'indiquer aussi. La thermochimie nous a fourni également des données précises.

Exposant une lame de sélénium à l'action d'une lampe à incandescence de $10^{\text{bougies}},4$, à 1^{m} de distance, pendant 5 secondes, la résistance initiale de 750000 ohms se trouve réduite à 425000 ohms. Le retour à l'état initial s'effectue lentement. Au bout de 10 secondes, la résistance est de 565000 ohms, de 30 secondes 620000, de 1 minute 680000, de 9 minutes 690000. Le retour à la valeur initiale n'est obtenu qu'au bout de 20 minutes.

Pour une exposition à la lumière de 1 minute, la résistance est sensiblement réduite de moitié, mais le retour à la valeur initiale exigera 3 heures 30 minutes.

Une exposition beaucoup plus longue à la lumière diminuerait encore la résistance, mais d'une petite fraction. L'action de la lumière produit donc une modification rapide; le retour à l'obscurité s'effectue lentement.

Chauffons du sélénium vitreux, il se transformera avec dégagement de chaleur. Cette transformation s'effectue avec une vitesse qui va en croissant avec la température.

La conductibilité du sélénium augmente jusqu'à 174°. Par refroidissement, la conductibilité du sélénium tend à reprendre la même valeur à la même température, mais très lentement. Du sélénium porté à 132° ne pourra reprendre, à 71°, la conductibilité qu'il possédait à cette même température que 14 heures après.

Sous l'influence de la chaleur, nous avons donc également deux transformations en sens inverse : l'une rapide quand la température s'élève, l'autre très lente quand la température s'abaisse.

De ce fait, le sélénium présentera en général une conductibilité résiduelle considérable. Il tend à prendre son état d'équilibre à une température donnée, avec une vitesse dépendant de cette température. Chauffons un échantillon de sélénium transformé : sous l'influence d'une élévation de température, nous produisons une augmentation de conductibilité, mais nous augmentons en même temps la vitesse de transformation résiduelle, le retour à l'équilibre. Un échantillon qui présentait à 17° une résistance de 32500 ohms n'en présente plus que 29700 à 24°, minimum; la résistance augmente ensuite jusqu'à 40000 ohms à 51°, pour décroître lentement jusqu'à 32000 à 95°. (Durée de l'expérience : 1 heure.)

Au-dessus de 174° la conductibilité du sélénium diminue. A 200°, par exemple, nous pouvons constater que la diminution très rapide d'abord, s'atténue ensuite. Elle ne paraissait pas complètement terminée trois heures et demie après. Par refroidissement rapide du sélénium fondu nous éviterons en grande partie la transformation inverse : nous obtenons le sélénium vitreux.

Au point de vue de la conductibilité électrique, la lumière produit sur le sélénium le même effet qu'une élévation de température. Un échantillon de sélénium possédant une grande conductibilité résiduelle est insensible à l'action de la lumière. Il sera sensible si cette conductibilité résiduelle est faible. La sensibilité du sélénium aux différentes températures dépend à la fois de cette conductibilité résiduelle et de l'intensité lumineuse. Avec un échantillon très résistant et pour lequel une lampe à incandescence de 37,5 bougies à $1^{mm},25$ produisait une variation de 70 pour 100 de la résistance totale, cet échantillon devenait insensible à la température de 100°. Ceci représente le résumé de nombreuses observations pendant lesquelles 2000 mesures ont été effectuées.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un mode de préparation de l'acide hypovanadique hydraté.* Note de M. Gustave Gain, présentée par M. Alfred Ditte.

Jusqu'ici il avait été difficile d'obtenir l'acide hypovanadique hydraté; j'ai pu, en opérant de la façon suivante, le préparer en assez grande quantité.

Pour cela, on peut partir du métavanadate d'ammoniaque, qu'on calcine dans un creuset à température relativement basse, ne dépassant pas le rouge sombre. Le vanadate d'ammoniaque se trouve ainsi transformé, en une poudre bleu foncé, qui est un mélange de V^2O^3 et de V^2O^4.

Cette poudre est placée dans un ballon bouchant à l'émeri, au contact d'une dissolution saturée, dans l'eau bouillie, d'anhydride sulfureux. On

agite de temps en temps la dissolution; au bout de quelques jours, elle prend une belle coloration bleu d'azur et la poudre bleu foncé se transforme en partie en une poudre bleue très claire, formée de fines aiguilles soyeuses très déliées qui constituent un sulfite de V^2O^4 dont j'ai fait l'analyse qui m'a donné les résultats ci-dessous :

					Pour 100.	
Matière.....	219					
V^2O^5.......	113	d'où	V^2O^4....	103,05	47,05	1
SO^4Ba......	225	l'on déduit	SO^2.....	61,65	28,15	1,5
H^2O........		par différence	H^2O.....	54,30	24,79	4,9
					99,99	

d'où l'on peut conclure pour la formule de ce sulfite $2V^2O^4, 3SO^2.10H^2O$.

J'ai prélevé ensuite une certaine quantité de liqueur bleu d'azur, environ 150$^{cm^3}$, que j'ai chauffée doucement dans un ballon, jusqu'au voisinage de l'ébullition.

On voit d'abord la liqueur perdre de l'anhydride sulfureux, en même temps que sa couleur devient vert de plus en plus foncé, enfin le dégagement de gaz sulfureux cesse et la liqueur se trouble légèrement en déposant une poudre cristalline très fine. Au moment où apparaît le dépôt cristallin, j'ai prélevé une certaine quantité de liqueur que j'ai analysée et j'ai trouvé qu'elle contenait un sulfite en dissolution répondant à la formule : $V^2O^4, 2SO^2 nH^2O$; c'est ce sulfite qui se décompose par la chaleur en perdant du SO^2 au moment du dépôt de la poudre cristalline; cette poudre s'attache très fortement aux parois du ballon. Aussi faut-il pendant sa formation prendre les plus grandes précautions et agiter souvent le ballon, car des soubresauts très violents et des projections de liquide se produisent constamment.

L'ébullition se prolongeant, le dépôt cristallin va en augmentant; après une nuit de refroidissement très lent, il a considérablement augmenté. La dissolution est alors filtrée et les cristaux mis à sécher sur de la porcelaine dégourdie.

Quand ils sont secs, ils constituent une belle *poudre rose cristalline* qui donne à l'analyse :

					Pour 100.		
Matière....	283						
V^2O^5......	256	ou	V^2O^4....	233	82,33	1	1
H^2O.......	par différence		H^2O....	50	17,66	1,97	2
					99,99		

Corps auquel on peut attribuer la formule $V^2O^4, 2H^2O$.

J'ai préparé cet acide hypovanadique hydraté de nombreuses fois, l'analyse m'a toujours donné le même résultat.

Dans cet acide, V^2O^4 est dosé à l'état d'acide vanadique en évaporant lentement la liqueur en présence d'acide azotique et en calcinant le résidu. Je pèse ainsi directement V^2O^5.

En partant de cet hydrate, j'ai pu obtenir un certain nombre de sels d'acide hypovanadique.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Recherche des éléments qui produisent la phosphorescence dans les minéraux. Cas de la chlorophane, variété de fluorine.* Note de M. G. **Urbain**, présentée par M. Haller.

Dans une série de Notes antérieures, j'ai décrit complètement la plupart des phosphorescences que l'on peut observer en soumettant à l'action des rayons cathodiques des mélanges convenables de chaux pure avec les oxydes purs des différentes terres rares.

Ce mode d'observation est d'une remarquable sensibilité. Il permet de déceler et de caractériser avec certitude des traces de corps qui pourraient passer inaperçues par tout autre mode d'investigation.

Il m'a semblé intéressant d'appliquer cette méthode à la recherche des éléments qui rendent phosphorescentes certaines espèces minéralogiques et, en particulier, quelques fluorines qui manifestent cette propriété à un haut degré.

La phosphorescence des fluorines a été déjà l'objet d'un grand nombre de travaux; mais la plupart ont pour seul but l'étude physique du phénomène. Ses origines chimiques n'ont été jusqu'ici qu'un champ d'hypothèses qui n'ont jamais été abordées expérimentalement. Ce travail comblera cette lacune en ce qui concerne la plus remarquable des variétés de fluorines phosphorescentes : la chlorophane.

M. Lacroix, auquel je suis heureux d'adresser ici mes remerciements, a bien voulu me confier un échantillon de cette variété rare. Cette fluorine émet, quand on la chauffe, une belle lumière blanc verdâtre dont le spectre a été approximativement décrit par M. H. Becquerel (*Comptes rendus*, t. CXII, p. 557).

Dans le vide cathodique, la phosphorescence de cette substance est remarquable et se prête aisément aux observations.

L'aspect des bandes spectrales me fit supposer que la phosphorescence de la chlorophane devait être attribuée à des terres rares. J'ai pu m'en convaincre et l'établir en toute rigueur par l'analyse et par la synthèse.

Analyse. — La méthode d'analyse a consisté à transformer le fluorure en oxyde. J'ai pu comparer et identifier le spectre cathodique des chaux phosphorescentes obtenues à partir de la chlorophane avec les spectres des chaux renfermant des traces de terres rares pures dont j'ai décrit antérieurement les spectres.

Les spectres dus à chacun des éléments se superposent sans modifier la valeur des longueurs d'onde, comme dans les spectres de lignes ou d'absorption; l'identification des bandes spectrales est donc facile à réaliser.

J'ai reconnu ainsi dans la chlorophane la présence de traces des éléments suivants : samarium, terbium, dysprosium, gadolinium.

Mais, si cette analyse était suffisante pour prouver dans la chlorophane la présence de ces éléments phosphorescents, elle ne permettait pas d'attribuer avec certitude les bandes que donne directement la chlorophane. On ne le pouvait faire qu'en examinant le spectre que donne individuellement chacune de ces terres rares dans le fluorure de calcium cristallisé.

Il n'y a, en effet, qu'une lointaine analogie entre les spectres cathodiques des oxydes et ceux des fluorures.

Pour faire cette attribution en toute certitude, la synthèse partielle des fluorines phosphorescentes était le seul argument rigoureux et irréfutable.

Synthèse. — J'ai donc préparé à partir de chaux pure et de terres rares pures des fluorures phosphorescents. Après plusieurs tentatives pour reproduire artificiellement et à coup sûr des fluorines phosphorescentes cristallisées, je me suis borné à fondre les fluorures précipités amorphes.

On obtient ainsi par le refroidissement des masses qui présentent des parties confusément cristallines qui émettent dans le tube cathodique des phosphorescences beaucoup plus vives que les produits naturels et dont les bandes spectrales sont identiques.

J'ai pu attribuer ainsi sans ambiguïté les diverses bandes de phosphorescence de la chlorophane aux diverses terres rares dont j'avais reconnu la présence par l'analyse spectrale décrite ci-dessus.

Spectre de phosphorescence cathodique de la chlorophane.

λ.	Observations.	Élément.	λ.	Observations.	Élément.
306,2	faible	gadolinium	313,5	faible	gadolinium
306,4	moyenne	gadolinium	314,0	faible	gadolinium
311,3	très faible	gadolinium	314,7	faible	gadolinium
311,5	très forte	gadolinium	377,9	extrêmement faible, diffuse	terbium
311,8	très forte	gadolinium	382,2	extrêmement faible, diffuse	terbium
312,0	très forte	gadolinium	414,9	faible	terbium
312,9	très faible	gadolinium	417,3	faible	terbium
313,2	faible	gadolinium	420,1	faible	terbium

λ.	Observations.	Élément.	λ.	Observations.	Élément.
437,5	faible	terbium	de 554 à 552	assez forte	terbium
442,5	faible	terbium	de 562 à 559	faible	samarium
de 456 à 453,5	assez forte	dysprosium	de 568,5 à 565	assez forte	samarium (1)
de 484 à 499	assez forte	terbium	de 574,5 à 571	forte, diffuse	dysprosium
de 495 à 493,5	forte	dysprosium	de 579 à 577	forte	dysprosium
de 541,5 à 539	très forte	terbium	de 585 à 582	assez forte, diffuse	dysprosium
de 548 à 545	moyenne	terbium	de 590 à 587	forte	dysprosium
de 551,5 à 550	assez forte	terbium	608 (environ)	faible	samarium

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les éthers-oxydes du nitrile glycolique.* Note de M. **Marcel Sommelet**, présentée par M. A. Haller.

Dans une précédente Communication (2), j'ai montré, en collaboration avec M. Béhal, que les monoéthers-oxydes d'α-glycols primaires-tertiaires, de formule $R.R'.COH - CH^2OC^2H^5$, sont facilement transformés, sous l'influence de l'acide oxalique desséché, en dialcoylacétaldéhydes

$$R.R'.CH - CHO.$$

L'intérêt de cette méthode de préparation des aldéhydes résidait dans son caractère progressif, les éthers-oxydes $R.R'.COH - CH^2OC^2H^5$ résultant de deux applications des réactifs organomagnésiens de M. Grignard faites successivement, la première au nitrile éthoxyacétique, qui, dans ces conditions, fournit les éthoxycétones $R - CO - CH^2OC^2H^5$, la seconde à ces cétones elles-mêmes qui engendrent alors les alcools tertiaires cherchés. Mais l'extension de cette méthode était subordonnée à la facile production du nitrile $C^2H^5O - CH^2 - CN$, qui ne pouvait jusqu'ici être préparé que par le procédé de Henry (3), c'est-à-dire en déshydratant l'éthoxyacétamide par l'anhydride phosphorique. C'est ainsi que fut obtenue la matière première utilisée au début des recherches rappelées ci-dessus. Mais, dès que les premiers résultats furent acquis, je cherchai à produire plus directement et plus abondamment ce nitrile.

---

(1) Il n'est pas absolument certain que cette bande appartienne au samarium : il y avait un léger décalage entre cette bande et celle que donne le fluorure de calcium samarifère.

(2) Béhal et Sommelet, *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 1904, p. 89.

(3) L. Henry, *D. ch. G.*, t. VI, p. 260.

Je suis arrivé au but en faisant réagir sur l'éther-oxyde chlorométhyléthylique les cyanures de mercure et d'argent; ces deux sels fournissent très aisément l'éthoxyacétonitrile, mais c'est le cyanure d'argent qui donne lieu à la réaction la plus facile à conduire et la plus avantageuse. En vue de préparer les éthers-oxydes du nitrile glycolique, autres que l'éther-oxyde éthylique, jusqu'ici seul connu, j'ai examiné successivement l'action exercée sur le cyanure d'argent par les composés suivants :

$$ClCH^2OCH^3,\ ClCH^2OC^3H^7,\ ClCH^2OC^4H^9,\ ClCH^2OC^5H^{11}.$$

Le premier seul n'a pas donné le résultat attendu et n'a fourni qu'une carbylamine peu stable et non isolée; tous les autres se sont comportés normalement. Le nitrile méthoxyacétique ne pouvant être préparé par le cyanure d'argent, je me suis arrêté, pour ce cas particulier, à l'emploi du cyanure mercurique.

Nitrile méthoxyacétique : $CH^3O - CH^2 - CN$. — On fait réagir lentement, à froid, en agitant constamment, 125^g de $Hg(CN)^2$ et 40^g d'oxyde de méthyle chloré. On distille ensuite à la vapeur d'eau en présence de NH^4Cl ou de NaCl; l'eau entraîne le nitrile méthoxyacétique; c'est un liquide incolore bouillant à 120°, dont l'odeur rappelle celle du formiate d'éthyle.

Nitrile éthoxyacétique : $C^2H^5O - CH^2 - CN$. — On peut l'obtenir soit par le cyanure de mercure [1], soit par le cyanure d'argent, mais l'emploi de ce dernier pour le nitrile éthoxyacétique et pour ses homologues supérieurs est le plus avantageux. La réaction s'effectue entièrement à froid; le rendement moyen atteint 70 pour 100 de la théorie.

Le nitrile éthoxyacétique, déjà décrit par L. Henry [2], bout à 135°,4 sous 760^{mm}; je l'ai transformé en *éther éthoxyacétique* bouillant à 156°-157°, en *amide* fondant à 82° et en *thioamide* fondant à 81°.

Nitrile propoxyacétique (*n*) : $C^3H^7 - O - CH^2 - CN$. — Liquide incolore, d'odeur douce, bouillant à 151°-152° sous 758^{mm}. La *thioamide* correspondante fond à 63°.

Nitrile isobutoxyacétique (*i*) : $C^4H^9 - O - CH^2 - CN$. — Liquide incolore, bouillant à 80°-82° sous 44^{mm}. La *thioamide* correspondante fond à 60°-61°.

Nitrile isoamyloxyacétique (*i*) : $C^5H^{11} - O - CH^2 - CN$. — Liquide incolore, un peu huileux, d'odeur assez forte, bouillant à 99° sous 44^{mm}.

Je me propose d'utiliser quelques-uns de ces composés pour la préparation de certains dérivés contenant le complexe $- CO - CH^2OR$ et plus particulièrement des corps de la série de l'éther acétylacétique substitués en γ par un reste oxyalcoylé.

---

(1) *Loc. cit.*

(2) Ce procédé a été revendiqué dans un brevet français (Arts chimiques, n° 347399) demandé le 6 janvier 1904 et délivré le 6 mars 1905.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Transformation de l'alcool cinnamique en phénylpropylène et alcool phénylpropylique par les métaux-ammoniums.* Note de M. E. CHABLAY, présentée par M. A. Haller.

En soumettant l'alcool cinnamique à l'action de l'hydrogène naissant, Fittig (¹) et Rügheimer (²) ont transformé cet alcool en phénylpropylène et en alcool phénylpropylique. Pour faire cette opération ils chauffaient pendant plusieurs jours, au bain-marie, une solution aqueuse d'alcool cinnamique avec de l'amalgame de sodium ; ils obtinrent ainsi très peu de phénylpropylène et beaucoup d'alcool phénylpropylique.

Nous avons réalisé la même transformation à — 80°, en faisant réagir le sodammonium sur l'alcool cinnamique.

Mode opératoire. — Dans un tube de verre épais, horizontal, d'une longueur de 20^{cm} environ et d'un diamètre de 25^{mm} à 30^{mm}, on introduit de l'alcool cinnamique dans la proportion de 1^{mol} pour 1^{at} de sodium. A chaque extrémité du tube se trouvent soudés deux autres tubes verticaux de petit diamètre qui sont destinés à l'arrivée et à l'échappement du gaz ammoniac. L'un de ces tubes porte un renflement allongé et épais où l'on introduit le métal alcalin comme nous l'avons déjà indiqué. On liquéfie du gaz ammoniac dans le gros tube de façon à dissoudre l'alcool cinnamique, puis on entoure l'ampoule contenant le sodium de CO^2 solide imbibé d'acétone; le sodammonium se forme et sa solution coule lentement dans l'alcool cinnamique. La réaction est d'une énergie remarquable, le sodammonium se décolore immédiatement en produisant un sifflement et le manomètre fixé à l'appareil indique des augmentations de pression considérables, bien que la chambre à réaction soit maintenue à — 80° et qu'il ne se dégage aucun gaz; c'est la chaleur dégagée qui, volatilisant de l'ammoniac, produit cet accroissement de pression.

L'opération terminée, il reste dans le tube une matière solide, jaune clair, qui est un mélange d'alcools cinnamique et phénylpropylique sodés et d'un peu de phénylpropylène.

Le produit solide décomposé par l'eau est épuisé par l'éther séché sur SO^4Na^2 anhydre et, après l'évaporation du dissolvant, soumis à la distillation fractionnée.

Phénylpropylène. — Après plusieurs fractionnements nous avons isolé un produit bouillant de 165° à 170°. 300^g d'alcool cinnamique ne nous ont fourni que quelques centimètres cubes de ce carbure ; aussi avons-nous dû avoir recours, pour son identification, à la préparation de son bromure. Fittig a décrit ce dernier comme un produit cristallisant en feuilles fusibles à 66°,5 répondant à la formule $C^9H^{10}Br^2$; nous avons,

---

(¹) FITTIG, *Berichte der deutsch. chem. Ges.*, t. VI, p. 214.

(²) RÜGHEIMER, *Liebig's Annalen*, t. CLXXII, p. 122.

en effet, obtenu un bromure cristallisé fusible à 67° et possédant la formule $C^9H^{10}Br^2$.

La formation du phénylpropylène dans cette réaction n'a rien d'étonnant, si l'on se rappelle la réaction générale des métaux-ammoniums sur les alcools non saturés ([1]). Aussi était-ce dans le but d'obtenir cet hydrocarbure que nous faisions réagir le sodammonium sur l'alcool cinnamique.

Fittig explique sa réaction par l'équation suivante:

$$C^6H^5-CH=CH-CH^2-OH+H^2=H^2O+C^6H^5-CH=CH-CH^3.$$

Il est plus que probable que la réaction qui nous donne du phénylpropylène se fait d'après le même mécanisme que celle qui donne du propylène (alcool allylique et sodammonium), et nous admettons la formule suivante :

$$2C^6H^5-CH=CH-CH^2-OH+2AzH^3-Na$$
$$=C^6H^5-CH=CH-CH^2-ONa+NaOH+C^6H^5-CH=CH-CH^3+2AzH^3.$$

Alcool phénylpropylique. — Après plusieurs rectifications du produit bouillant de 235° à 250°, nous avons obtenu un liquide passant à la température constante de 236°-237°. Son analyse organique lui assigne la formule $C^9H^{12}O$; oxydé par l'acide chromique en solution acétique, il se transforme en acide phénylpropionique $C^6H^5-CH^2-CH^2-COOH$ fusible à 47°,5. L'obtention de ce dernier corps ne laisse donc subsister aucun doute sur la nature de l'alcool qui lui a donné naissance.

L'alcool phénylpropylique obtenu par cette méthode forme un liquide épais, incolore, d'une odeur agréable de fleur assez difficile à préciser. Il bout à 236°-237° sous 750mm, $D_{18°}=1,007$, $D_{18°}=1,008$ (Rügheimer); dans CO^2 solide il ne se solidifie pas mais il devient excessivement visqueux. Nous étions partis d'un alcool cinnamique bien pur et cristallisé, dont nous avons vérifié préalablement le point de fusion et le point d'ébullition.

Notre réaction diffère essentiellement de celle de Rügheimer; l'auteur allemand obtient de l'alcool phénylpropylique d'après l'équation suivante:

$$C^6H^5-CH=CH-CH^2-OH+H^2=C^6H^5-CH^2-CH^2-CH^2-OH.$$

Dans l'action du sodammonium sur l'alcool cinnamique, il se forme d'abord le dérivé sodé de cet alcool, et il ne se dégage pas d'hydrogène; de plus, pour 1 molécule d'alcool, 1 atome de sodium entre en jeu. La réaction ne peut donc s'expliquer que d'après l'équation suivante :

$$2\begin{array}{l}C^6H^5\\ |\\ CH\\ \|\\ CH\\ |\\ CH^2-OH\end{array}+2AzH^3-Na=\begin{array}{l}C^6H^5\\ |\\ CH\\ \|\\ CH\\ |\\ CH^2-ONa\end{array}+\begin{array}{l}C^6H^5\\ |\\ CH^2\\ |\\ CH^2\\ |\\ CH^2-ONa\end{array}+2AzH^3.$$

([1]) E. Chablay, *Comptes rendus*, t. CXLIII, p. 123.

Cette réaction est tout à fait analogue à celle du sodium sur le camphre (Baubigny) :

$$2C^{10}H^{16}O + 2Na = C^{10}H^{15} - ONa + C^{10}H^{17} - ONa.$$

Les métaux-ammoniums réduisent donc l'alcool cinnamique comme ils réduisent les alcools non saturés de la série grasse, pour donner le carbure correspondant, et d'après le même mécanisme. Mais cette réduction se fait dans de très faibles proportions et la réaction principale est celle qui donne de l'alcool phénylpropylique.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Méthode de préparation des oxynitriles* $ROCH^2CAz$. Note de M. **D. Gauthier**, présentée par M. A. Haller.

Les éthers oxydes monochlorés $R - O - CH^2Cl$ peuvent s'obtenir aisément par la méthode de M. L. Henry, qui consiste à faire réagir l'acide chlorhydrique gazeux sur un mélange d'alcool ROH et de formaldéhyde en solution aqueuse.

Nous avons reconnu qu'en traitant ces composés par du cyanure mercurique, ou de préférence par du cyanure cuivreux, le groupement — CAz remplaçait facilement Cl en fournissant ainsi la nouvelle série de composés $R - O - CH^2 - CAz$.

De celle-ci un seul terme était connu, savoir l'oxynitrile

$$C^2H^5 - O - CH^2 - CAz$$

préparé pour la première fois par M. L. Henry d'une façon toute différente consistant à déshydrater l'amide correspondante au moyen d'anhydride phosphorique.

Par le procédé que nous indiquons, nous avons pu obtenir comme produits nouveaux :

		Ébullition.
le nitrile méthylglycolique :	$CH^3 - O - CH^2 - CAz$...	118°-119°
le nitrile propylglycolique :	$C^3H^7 - O - CH^2 - CAz$...	147°-148°
le nitrile isobutylglycolique :	$C^4H^9 - O - CH^2 - CAz$...	158°-160°
le nitrile amylglycolique :	$C^5H^{11} - O - CH^2 - CAz$...	183°-184°

Le mode opératoire est le suivant : Dans un ballon auquel peut s'adapter un réfrigérant à reflux, nous plaçons une demi-molécule de cyanure cuivreux bien sec et nous y ajoutons une molécule d'éther oxyde monochloré. Une réaction très vive ne tarde

pas à se déclarer; avec les termes inférieurs nous devons même la modérer par refroidissement. Une fois qu'elle est calmée, nous chauffons au bain de sable pendant quatre ou cinq heures. En distillant ensuite jusqu'à sec, nous obtenons, comme produit liquide, le nitrile correspondant à l'éther chloré employé, mélangé d'une petite quantité de ce dernier, tandis que du chlorure cuivreux reste dans le ballon distillatoire. Par fractionnement nous isolons facilement le nitrile à l'état de pureté. Les rendements sont de 60 à 70 pour 100.

Mettant à profit les propriétés de la fonction nitrile il est facile de transformer ensuite les composés $R - O - CH^2 - CAz$ en leurs dérivés les plus immédiats. Nous avons, par exemple, obtenu les corps de la forme

$R - O - CH^2 - COAzH^2$ (éthers-oxydes de la glycolamide)

$R - O - CH^2 - COOH$ (éthers-oxydes de l'acide glycolique)

$R - O - CH^2 - COOR'$ (éthers-sels des précédents acides)

dont quelques-uns seulement ont été décrits. Nous ajouterons que ce mode de formation constitue ici un procédé de préparation vraiment pratique et avantageux, les rendements atteignant jusqu'à 80 pour 100 des rendements théoriques.

Nous utilisons actuellement les oxynitriles obtenus par la précédente méthode pour l'obtention d'une autre série de dérivés.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *La vicianine, nouveau glucoside cyanhydrique contenu dans les graines de Vesce.* Note de M. **Gabriel Bertrand**, présentée par M. L. Maquenne.

Au cours de ces dernières années, l'attention a été attirée par plusieurs savants sur un certain nombre de plantes servant à la nourriture de l'homme ou des animaux qui, dans des conditions particulières de culture, renferment des glucosides cyanhydriques et provoquent des intoxications. Telles : *Phaseolus lunatus* L., dont les graines ou haricots de Java, étudiées au point de vue chimique surtout par MM. Dunstan et Henry (¹), ont fait l'objet de recherches récentes de la part de M. Guignard (²), *Lotus arabicus* ou Vesce d'Égypte, *Sorghum vulgare* L. ou grand Millet, etc.

Toutes ces plantes, alimentaires ou fourragères, croissent dans les pays chauds et c'est seulement par exception qu'on en a utilisé en Europe. Il n'en est pas de même d'une herbe dont on a tenté d'introduire, cette année même, les graines dans l'alimen-

(¹) *Proceedings of the Royal Society,* t. LXXII, 1903, p. 285-294.

(²) *Comptes rendus,* t. CXLII, 1906, p. 545-553.

tation du bétail. Cette herbe s'est développée en assez grande quantité parmi les céréales de la région du Médoc et, après la récolte, on en avait séparé les graines au tarare, en même temps que celles des autres plantes adventices. M. Mallèvre, qui a observé le dégagement facile d'acide cyanhydrique par ces graines et publié une relation à leur sujet (1), a bien voulu m'en faire remettre une quantité suffisante pour l'étude. Je donnerai aujourd'hui les premiers résultats que j'ai obtenus.

Tout d'abord, il s'agit, d'après la détermination que j'ai faite de la plante développée par semis, de la Vesce à feuilles étroites (*Vicia angustifolia* Roth.), très répandue en France, principalement dans les moissons (2).

Les graines de cette plante doivent la propriété de produire de l'acide cyanhydrique quand on les broie avec de l'eau à la présence d'une diastase qui paraît identique à l'émulsine et qui réagit sur un glucoside nouveau que j'appellerai désormais *vicianine* (3).

Voici comment on peut extraire ce glucoside :

On épuise les graines pulvérisées avec de l'alcool à 90 ou 85 centièmes, en opérant à froid, par déplacement. Il faut employer 12^l à 15^l d'alcool pour 1^{kg} de graines.

La solution, de couleur verte, est évaporée dans le vide, par distillation au bain-marie, jusqu'à consistance de sirop. On agite celui-ci avec de l'éther qui dissout la chlorophylle, la lécithine et les matières grasses. Après un repos de 24 heures, on décante la solution éthérée, on lave encore deux ou trois fois le résidu épais avec du nouvel éther, sans qu'il soit nécessaire d'attendre comme la première fois pour décanter.

Voici la raison de cette particularité du traitement. La vicianine, lorsqu'elle est en solution sursaturée dans le sirop qui provient de la concentration rapide des liqueurs alcooliques (surtout si ce sirop renferme encore un peu d'alcool), passe en partie dans l'éther. Si l'on attend, sans doute par suite d'un phénomène d'agrégation moléculaire analogue à celui que j'ai signalé pour la dioxyacétone (4) et pour le bolétol (5), la

(1) Société nationale d'Agriculture (séance du 4 avril 1906).

(2) En se basant sur la production d'acide cyanhydrique, MM. Bruyning et Van Haarst ont admis, en 1899, l'existence « de l'amygdaline ou de corps analogues » dans les graines de plusieurs espèces du genre *Vicia*, en particulier de *Vicia angustifolia*. Ils distillaient les graines réduites en poudre avec de l'eau acidulée par l'acide tartrique; les quantités de CNH obtenues par cette méthode rudimentaire variaient de $0^g,0016$ à $0^g,054$ par kilogramme (*Recueil des Travaux chimiques des Pays-Bas*, t. XVIII, p. 468-471).

(3) Il ne faut pas confondre ce glucoside avec la substance riche en azote découverte par Ritthausen dans les graines de la Vesce ordinaire (*Vicia sativa* L.) et désignée par lui sous le nom de *vicine*.

(4) *Comptes rendus*, t. CXXIX, 1899, p. 341-344 et 422.

(5) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, 1902, p. 124-127.

vicianine se dépose à l'état cristallisé. Dans ce dernier état, en effet, elle est insoluble dans l'éther (¹).

Lorsque le lavage à l'éther est terminé, on essore à la trompe le résidu insoluble contenu dans le ballon : la vicianine reste sur le filtre. On la lave d'abord avec un peu d'eau froide, puis avec de l'alcool. Elle est alors en cristaux brillants, sensiblement pure et représente, une fois desséchée, au moins 0,9 pour 100 du poids de la graine.

Pour purifier la vicianine, on redissout le produit brut dans 10 à 20 fois son poids d'eau tiède ; on défèque la solution à l'aide de quelques gouttes de sous-acétate de plomb et de l'hydrogène sulfuré, puis on concentre la liqueur devenue incolore par distillation dans le vide. On termine la purification en recristallisant encore une ou deux fois le glucoside dans cinq fois son poids d'eau bouillante.

La vicianine pure cristallise en touffes d'aiguilles incolores et brillantes ; elle est très soluble dans l'eau chaude, peu soluble au contraire dans l'eau froide : de 0,12 à 0,13 pour 100 à la température de + 15° à + 20°. Elle se dissout beaucoup moins encore dans l'alcool ; enfin, elle paraît tout à fait insoluble dans l'éther de pétrole, le benzène, le sulfure de carbone et le chloroforme.

Son point de fusion, déterminé au bloc Maquenne, est situé vers + 160°.

En solution aqueuse saturée, elle dévie le plan de la lumière polarisée de — 20°,7 (moyenne de trois déterminations ; température + 16° à + 18°).

La vicianine renferme 3,2 pour 100 d'azote entièrement libérable par l'émulsine sous forme d'acide cyanhydrique.

Les graines de *Vicia angustifolia* que j'ai analysées peuvent donc fournir environ $0^{g},750$ d'acide cyanhydrique par kilogramme. C'est une proportion élevée qui doit faire proscrire l'emploi de ces graines dans l'alimentation des animaux domestiques.

BOTANIQUE. — *Observations cytologiques sur la germination des graines de Graminées.* Note de M. A. GUILLIERMOND, présentée par M. Gaston Bonnier.

Dans une Note précédente, M. Beauverie et nous avons signalé la présence, dans le cotylédon et l'assise protéique des graines de certaines Graminées, de granulations présentant quelques propriétés des corpuscules métachromatiques des Protistes. Aujourd'hui, nous nous proposons

(¹) Quelques alcaloïdes, comme la morphine, la quinidine, etc., se comportent à peu près de la même façon.

d'exposer la suite de nos recherches sur les caractères de ces corps et leur évolution au cours de la germination.

Dans le Blé, qui nous a spécialement servi d'objet d'études, les granulations métachromatiques sont en nombre considérable dans la plupart des cellules du cotylédon et de l'assise protéique. Elles se rencontrent également, mais en moindre quantité, dans les rudiments de feuilles de la gemmule et dans les cellules de la base de cette dernière.

Les cellules parenchymateuses du cotylédon, dans la graine un peu avant sa maturité et dans la graine à l'état de vie ralentie, renferment un noyau avec deux à quatre nucléoles entourés chacun d'une aréole hyaline. Ces derniers présentent des propriétés métachromatiques, vis-à-vis de certains colorants, et prennent une coloration rougeâtre comme les granulations du cytoplasme, mais moins accentuée. Le cytoplasme est spongieux et l'on observe sur le bord ou à l'intérieur de chaque alvéole une ou plusieurs granulations métachromatiques : les unes affectent l'aspect de sphérules de dimension moyenne, avec, comme les corpuscules métachromatiques des Protistes, un centre peu colorable et une enveloppe très chromophile ; les autres sont des masses lobées, assez grosses, renfermant souvent à leur intérieur une certaine quantité de très petites granulations plus colorables. Les cellules épidermiques du cotylédon, qui se trouvent en contact avec l'albumen et que l'on considère comme le siège de la sécrétion diastasique, sont pourvues d'un noyau, de même structure que celui des cellules parenchymateuses, et d'un cytoplasme très finement alvéolaire avec seulement quelques granulations métachromatiques.

Les cellules de l'assise protéique offrent la même structure que les cellules parenchymateuses du cotylédon.

Après deux ou trois jours de germination, on observe dans les cellules du cotylédon des modifications assez importantes : le cytoplasme des cellules parenchymateuses se creuse de grosses vacuoles provenant sans doute de la fusion des petites alvéoles primitives, puis les granules métachromatiques se gonflent fortement pour constituer au milieu de ces vacuoles d'énormes masses à contour irrégulier et à structure spongieuse. Souvent, ces granulations se réunissent les unes à côté des autres et forment au sein des vacuoles des amas de granulations ; parfois, elles donnent même l'impression de s'être fusionnées. Elles paraissent plus abondantes que dans les graines non germées, mais il est probable que ce n'est là qu'une apparence provenant de leur gonflement.

Vers le quatrième jour, les granulations métachromatiques diminuent de nombre et de dimension et cette diminution s'accentue jusqu'au huitième jour environ, après lequel les granulations ont complètement disparu. Pendant ce temps, le cytoplasme ainsi que le noyau se trouvent refoulés à la périphérie de la cellule qu'une énorme vacuole finit par occuper presque en entier : les granulations métachromatiques, au moment de disparaître, sont à l'état de petites sphérules au milieu de la vacuole. Au cours de ces modifications le noyau conserve ses caractères primitifs.

On constate les mêmes phénomènes dans l'assise protéique, mais la disparition des

granules est beaucoup plus lente. On les rencontre encore en grand nombre après huit jours de germination.

Les cellules de l'épiderme diastasigène ne présentent pas de changements très appréciables, sauf que le cytoplasme se vacuolise progressivement dans les régions apicales et basales et que les granulations métachromatiques disparaissent vers le sixième jour.

Le cytoplasme des cellules parenchymateuses du cotylédon et de l'épiderme diastasigène est imprégné de graisse et renferme des grains d'amidon transitoire, qui apparaissent au début de la germination et disparaissent un peu plus lentement que les granulations métachromatiques.

L'Orge, le Seigle et le Maïs présentent des phénomènes analogues avec d'assez grandes différences de détail.

Les granulations que nous venons de décrire ont été considérées jusqu'ici comme des grains d'aleurone ou de protéine (Lüdtke et Reed). Elles ne représentent certainement pas le gluten, qui paraît uniquement localisé dans l'albumen farineux. Il résulte de nos recherches que ces granulations se rapprochent des corpuscules métachromatiques des Protistes et des globoïdes des grains d'aleurone. Toutefois les granulations des Graminées ne peuvent être identifiées aux globoïdes dont elles diffèrent par un certain nombre de caractères. Faut-il les assimiler aux corpuscules métachromatiques? Il est certain qu'elles présentent un assez grand nombre de points communs avec ces corps (conditions dans lesquelles elles apparaissent, caractères morphologiques, caractères vis-à-vis des liquides de fixation et des colorants).

Elles s'en distinguent surtout par la beaucoup moins grande facilité avec laquelle elles fixent les colorants. Il faut remarquer, en outre, que la métachromasie n'est pas suffisante pour identifier ces deux catégories de corps. On connaît, en effet, des substances chimiquement très différentes qui possèdent des propriétés métachromatiques assez analogues (cartilages, mucilages, amyloïdes). Toutefois, par l'ensemble de leurs réactions, nous serions assez tentés de rapprocher les granulations des Graminées des corpuscules métachromatiques des Protistes et de les considérer non comme identiques, mais comme constituées de substances albuminoïdes voisines.

Il est certain que les granulations des Graminées jouent un rôle important dans la nutrition de l'embryon, mais comme pour les corpuscules métachromatiques des Protistes, deux hypothèses sont en présence: ce sont des produits de réserves, ou des grains de zymogènes. Le fait que ces granulations sont peu abondantes dans l'épiderme considéré, à la suite des

expériences de Brown et Morris, comme le siège de la sécrétion diastasique nous dispose à adopter la première de ces hypothèses.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *La concentration de la chlorophylle et l'énergie assimilatrice.* Note de M. **W. Lubimenko**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Dans mes travaux précédents j'ai montré que les variations de l'énergie assimilatrice, dans les conditions d'éclairement et de température identiques, sont sensiblement différentes pour les espèces différentes.

J'ai exprimé aussi l'idée que cette différence spécifique est due principalement à la concentration plus ou moins forte du pigment vert dans les grains de chlorophylle appartenant aux différentes espèces.

Pour voir si cette idée est vérifiée par les faits, j'ai entrepris des recherches spéciales sur les quantités de chlorophylle contenues dans les feuilles. Le Tableau ci-dessous indique les espèces étudiées.

Tout d'abord j'ai déterminé pour chacune de ces espèces, à plusieurs reprises et à différentes époques de l'été, la quantité d'eau contenue dans les feuilles adultes et j'ai trouvé ainsi que pendant les trois mois d'été (juin, juillet et août), dans les feuilles d'une même espèce, cette quantité d'eau reste sensiblement constante. Les feuilles jeunes sont un peu plus riches en eau que les feuilles adultes, mais, en général, ces variations, même entre des espèces différentes, ne dépassent pas 12 pour 100. C'est pourquoi j'ai pu prendre non seulement un même poids sec de feuilles, mais aussi un même poids frais pour comparer entre elles les quantités de chlorophylle.

Dans le Tableau ci-après, je donne les quantités relatives de chlorophylle obtenues par la méthode spectroscopique et calculées pour 1^g de feuilles vivantes ou sèches ainsi que l'énergie assimilatrice aux différentes températures et intensités lumineuses.

Noms des plantes.	Quantités de matière sèche pour 100 du poids frais de feuilles.	Quantités de chlorophylle dans 1g de feuilles en prenant pour unité 1g de feuilles de *Fagus*.	Quantités relatives de chlorophylle dans 1g de matière sèche.	Poids de feuilles vivantes contenant la même quantité de chlorophylle.	Rayons du Soleil inclinés à 45° à la surface de la feuille. Températures. 20°.	25°.	20°.	35°.	38°.	Rayons du Soleil perpendiculaires à la surface de la feuille. Températures. 20°.	25°.	30°.	35°.	38°.	Volumes maxima du gaz carbonique décomposé par 100 unités de chlorophylle pendant 1 heure.
					Volumes du gaz carbonique décomposé par 100 unités de chlorophylle pendant 1 heure, en centimètres cubes.										
Premier groupe :															
Abies nobilis, feuilles jeunes très pâles.	30,65	8,0	26,1	g 12,500	25,1	27,3	25,4	21,7	»	25,8	25,9	21,7	20,4	»	27,3
Picea excelsa, feuilles jeunes.........	33,80	11,9	35,2	8,403	27,0	31,3	32,4	42,1	21,5	26,0	28,7	30,6	43,6	22,1	43,6
Pinus silvestris, feuilles jeunes.......	31,27	20,0	63,8	5,000	13,2	23,7	25,2	27,3	24,4	13,3	23,8	24,5	26,5	25,3	27,3
Abies nobilis, feuilles jeunes..........	38,60	23,3	60,4	4,292	13,1	18,5	21,3	22,6	»	13,5	20,4	20,5	21,3	»	22,6
Pinus silvestris, feuilles adultes.......	39,13	30,5	77,0	3,279	11,5	19,6	22,4	22,3	21,1	13,9	21,8	24,4	24,6	22,3	24,6
Picea excelsa, feuilles adultes........	41,32	32,5	78,6	3,077	13,7	16,9	18,9	22,4	10,3	14,7	15,5	16,2	20,0	»	22,4
Abies nobilis, feuilles adultes.........	41,45	33,3	80,4	3,003	10,5	16,3	16,6	17,1	14,6	13,5	14,6	12,9	12,1	11,4	17,1
Taxus baccata, feuilles jeunes........	30,37	35,0	115,2	2,857	12,4	13,4	17,3	7,4	5,2	12,3	14,3	14,7	6,2	3,6	17,3
» feuilles adultes.......	29,90	35,0	117,1	2,857	9,2	15,3	16,0	9,2	7,7	12,2	13,9	13,9	6,7	5,5	16,0
Deuxième groupe :															
Larix europæa, feuilles adultes.......	33,07	35,0	105,7	2,857	17,7	22,9	25,9	29,5	30,3	21,2	25,1	32,7	33,0	33,4	33,4
Robinia Pseudacacia, feuilles adultes.	37,32	51,8	138,8	1,931	18,2	30,1	33,3	36,7	33,2	26,5	31,8	38,5	40,9	40,0	40,9
Betula alba, feuilles adultes..........	37,52	62,2	165,7	1,608	13,0	16,7	12,0	10,7	9,6	13,6	18,1	13,7	11,7	9,4	18,1
Tilia parvifolia, feuilles adultes......	38,22	82,4	215,6	1,211	»	12,5	15,0	7,3	3,7	15,1	10,6	9,7	5,4	1,2	15,4
Fagus silvatica, feuilles adultes.......	39,16	100	255,3	1,000	2,3	4,6	»	5,8	0,4	2,7	3,7	»	4,3	0,3	5,8

On voit, d'après le Tableau ci-dessus, que, pour un même poids frais ou sec de feuilles, les Conifères contiennent beaucoup moins de chlorophylle que les autres espèces étudiées. Si l'on répartit toutes ces espèces en deux groupes, suivant l'épaisseur et la construction anatomique de leurs feuilles, on obtient pour chacun de ces groupes un poids de tissu chlorophyllien sensiblement proportionnel au poids de matière sèche.

Par conséquent la concentration du pigment vert dans des grains de chlorophylle sera proportionnelle à la quantité de chlorophylle calculée pour 1g de matière sèche de feuilles. En examinant nos plantes à ce point de vue, nous voyons que, dans chacun des deux groupes, les espèces qui recherchent la vive lumière (*Pinus* dans le premier groupe et *Larix, Robinia, Betula,* dans le second) ont le pigment moins concentré que les espèces qui aiment l'ombre.

En évaluant les volumes de gaz carbonique décomposés par la même quantité de chlorophylle, on trouve qu'aux rayons directs du Soleil et à la même température, l'énergie assimilatrice varie beaucoup suivant l'espèce et l'âge des feuilles. Mais l'étude attentive des chiffres du Tableau précédent montre qu'il existe une règle générale à laquelle s'astreint l'énergie assimilatrice indépendamment des variations dues aux causes spécifiques. Si nous représentions les valeurs maxima d'assimilation par des courbes, nous aurions pour chacun des deux groupes de plantes des courbes de forme semblable : chaque courbe monte au début, puis redescend. On constaterait sur ces courbes que les maxima d'énergie assimilatrice correspondent à des concentrations de chlorophylle, relativement peu intenses, et les valeurs les plus faibles aux concentrations les plus fortes de ce pigment.

Ce fait nous montre nettement que l'énergie assimilatrice n'est pas proportionnelle à la plus grande quantité de lumière qui peut être absorbée par la feuille. Pour utiliser l'intensité lumineuse la plus forte, produite dans la nature par les rayons directs du Soleil, la plante n'a besoin que d'une assez faible concentration du pigment vert, telle que celle qu'on trouve dans les feuilles jeunes ou dans les feuilles de certaines espèces adaptées à un fort éclairement. Les concentrations plus fortes de ce pigment sont déjà défavorables à l'assimilation, pour cette intensité lumineuse.

Il est bien probable que dans ces cas, à cause de la forte absorption des rayons solaires, la température à l'intérieur de la feuille commence à dépasser certaines limites dans lesquelles se produisent normalement les réactions chimiques de l'organisme. Le fait que les valeurs de l'énergie assimilatrice offrent la plus forte diminution aux températures de 35° à 38°, pour les feuilles les plus riches en chlorophylle, paraît confirmer cette explication.

Les conclusions générales qu'on peut tirer de tous les résultats de ces expériences sont les suivantes : 1° *L'appareil chlorophyllien des différentes plantes est adapté aux diverses intensités lumineuses qui se produisent dans la nature;* 2° *La concentration de pigment vert dans les grains de chlorophylle étant variable fournit l'un des procédés par lesquels cette adaptation peut s'effectuer.*

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la maladie du rouge chez l'*Abies pectinata. Note de MM. L. **Mangin** et P. **Hariot**, présentée par M. Guignard.

Notre attention a été appelée par M. Bouvier, professeur au Muséum, sur une maladie qu'il a observée, au mois de septembre dernier, dans la forêt de la Savine, commune de Saint-Laurent (Jura), sur le Sapin pectiné. Les feuilles de ces arbres ont pris une teinte rouge orangé qui tranche sur le vert sombre du feuillage des Epicéas avec lesquels ils sont mélangés. Chez certains arbres, où la maladie commence à sévir, on peut voir, sur les mêmes branches, des feuilles rouges mélangées à des parties encore vertes; sur d'autres, tout le feuillage est altéré et les Sapins sont en très mauvais état. La maladie attaque des arbres de 20 à 120 ans.

Nous nous proposons dans cette Note de faire connaître les résultats de l'analyse des tissus malades, que nous avons effectuée en vue de déterminer la cause de cette maladie. Les échantillons que nous avons reçus renfermaient des champignons saprophytes ou parasites assez variés, parmi lesquels nous énumérerons les espèces suivantes, les plus fréquemment représentées : *Rhizosphæra Abietis*, nov. g.; *Macrophoma Abietis*, nov. sp.; *Cytospora Pinastri* Fries; *Menoidea Abietis*, nov. g.

Le *Rhizosphæra Abietis*, de beaucoup le plus commun sur les feuilles malades, se présente sous l'aspect de petites masses globuleuses noires, d'un dixième de millimètre de diamètre, disposées en très grand nombre à la face inférieure des feuilles, à droite et à gauche de la nervure médiane et toujours superposées aux orifices stomatiques. Ces masses se détachent assez facilement par le grattage et laissent échapper des spores en bâtonnets très courts, arrondies aux extrémités, hyalines, de 16^{μ} à 20^{μ} de longueur et de 8^{μ} de largeur.

Sur une coupe transversale des feuilles, on reconnaît que ces masses, de 90^{μ} à 120^{μ} de diamètre, sont étroitement appliquées sur l'épiderme et se continuent par un pédicule qui s'enfonce dans le tissu de la feuille à travers l'ostiole des stomates, s'étrangle à ce niveau et pénètre dans la chambre sous-stomatique, où il se termine par un épatement de filaments mycéliens formant une masse de 50^{μ} de largeur. Cet épatement se continue par les filaments mycéliens dispersés dans toute la feuille.

A l'intérieur de ces masses, dont la surface est limitée par une assise de cellules polyédriques, on voit les filaments mycéliens, qui viennent de traverser l'ostiole, s'épanouir en éventail et ramper contre la paroi en formant des articles très courts dont chacun porte une spore sur la face interne. Le mycélium dispersé dans toute la feuille est remarquable par l'épaisseur de sa membrane, qui parfois restreint la lumière des filaments jusqu'à fragmenter le protoplasme en minces cordonnets.

Ainsi constituée, cette espèce ne se rapporte à aucune de celles que renferme l'herbier du Muséum ou qui ont été décrites. Elle paraît nouvelle et nous proposons de la désigner sous le nom de *Rhizosphæra Abietis* pour rappeler la disposition des pycnides enracinées à travers l'ostiole des stomates. Elle formerait, dans le groupe des *Sphéropsidales,* le type d'un genre bien distinct par la constitution spéciale de ses pycnides. Cette espèce nouvelle avait déjà été recueillie sur les feuilles de l'*Abies pectinata* en 1905 aux environs d'Ambert (Puy-de-Dôme) par M. Brévière, qui nous l'avait communiquée; mais le mauvais état des échantillons n'avait pas permis de l'identifier.

En commun avec le *Rhizosphæra* ou sur d'autres feuilles, mais moins répandues, nous avons trouvé les pycnides d'un *Phoma* à spores fusiformes volumineuses (20^{μ} à 23^{μ} de longueur sur 8^{μ} de largeur) portées par un stérigmate court et simple. Ces pycnides incluses dans les feuilles, le plus souvent à la face supérieure, paraissent se rapprocher du *Macrophoma excelsa* (Karst.), Berl. et Vogl.; mais l'absence de la guttule signalée par Karsten ne nous a pas permis, avec d'autres différences, de faire l'identification et nous désignerons cette nouvelle espèce sous le nom de *Macrophoma Abietis.*

Dans des feuilles plus altérées et plus jaunies, moins fréquemment que les espèces précédentes, nous avons rencontré le *Cytospora Pinastri* Fries, que nous avons identifié avec un échantillon type de Fries renfermé dans l'Herbier du Muséum. Cette espèce, depuis longtemps signalée dans toute l'Europe, sur les aiguilles de Conifères, serait, d'après Allescher, identique au *C. Friesii* des feuilles de l'*Abies pectinata* dont la forme ascomycète serait le *Valsa Friesii.*

Plus rarement enfin, nous avons trouvé le *Menoidea Abietis,* nov. g., qui se présente sous l'aspect de petites protubérances sous-épidermiques de couleur jaune pâle ou blanche.

Dans une coupe transversale pratiquée au niveau de ces protubérances, on aperçoit l'épiderme déchiré et ses bords relevés au-dessus d'une surface pseudoparenchymateuse, sur laquelle se dressent, perpendiculairement à l'épiderme et serrés les uns contre les autres, les supports des spores. Celles-ci, en forme de croissant, avec l'une des pointes aiguë, l'autre obtuse, ont de 18^{μ} à 20^{μ} de longueur et 8^{μ} de largeur; elles sont terminales. Pendant que les filaments externes s'épuisent à la formation des spores, leur partie basilaire subit un fort accroissement intercalaire et il se constitue un massif volumineux de faux parenchyme, qui fait hernie au travers de la déchirure de l'épiderme. C'est un stroma incolore encore stérile dans nos échantillons. La formation de ce stroma pendant la maturation des conidies nous autorise à ranger cette

espèce dans le groupe des Hyphomycètes, section des Tuberculariées-Mucédinées de Saccardo. Nous la désignerons sous le nom de *Menoidea Abietis* pour rappeler la forme en croissant des conidies.

Parmi les espèces connues, seul le *Phragmonœvia Lauri* décrit par M. Patouillard [1] présente une forme conidienne semblable à *Menoidea Abietis*. Il est donc vraisemblable que notre espèce constitue la forme conidienne d'un Discomycète du groupe des Stictées ou peut-être des Phacidiées.

Laissant de côté des espèces plus rares ou indéterminables, nous remarquerons que la variété et le nombre des champignons décrits ne nous autorisent pas à préciser, dès maintenant, la nature de la maladie du rouge chez le Sapin pectiné.

Nous nous efforcerons de résoudre la question par la méthode expérimentale. Dans ce but, nous avons isolé les spores des espèces décrites et réalisé des essais d'inoculation dans le jardin du laboratoire de Cryptogamie.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Culture de la cellule artificielle.* Note de M. STÉPHANE LEDUC, présentée par M. d'Arsonval.

Nous avons indiqué (*Comptes rendus*, 24 juillet 1905) comment s'obtenait la croissance des cellules artificielles.

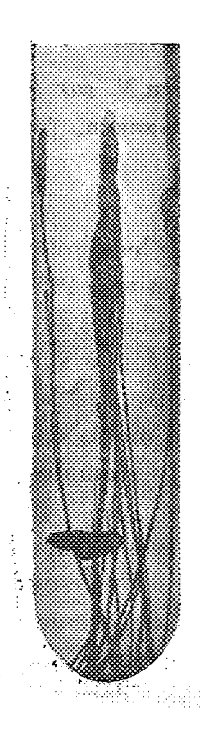
Un granule de sulfate de cuivre, de 1^{mm} à 2^{mm} de diamètre, formé d'environ deux parties de saccharose, une de sulfate de cuivre, et eau pour granuler, semé dans une solution aqueuse contenant 2 pour 100 à 4 pour 100 de ferrocyanure de potassium, 1 pour 100 à 10 pour 100 de chlorure de sodium ou d'autres sels, 1 pour 100 à 4 pour 100 de gélatine, pousse, en un temps qui varie de quelques heures à quelques jours suivant la température. Le granule s'entoure d'une membrane de ferrocyanure de cuivre perméable à l'eau et à certains ions, mais imperméable au sucre qu'elle renferme et qui produit dans cette graine artificielle la forte pression osmotique qui détermine l'absorption et la croissance. Si le liquide est répandu sur une plaque de verre, la croissance se fait dans un plan horizontal; si la culture est faite dans un bassin profond, la croissance

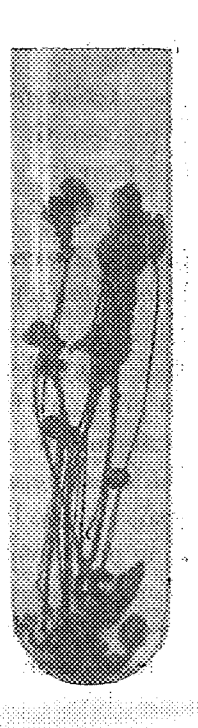
---

(1) PATOUILLARD, *Bull. de la Soc. mycol. de France,* t. XVIII, 1902, p. 51.

se fait en même temps horizontalement et verticalement ; lorsque les tiges atteignent la limite supérieure du liquide, elles poussent en feuilles à la surface comme les plantes aquatiques.

Une seule graine artificielle, de 1^{mm} de diamètre, peut donner jusqu'à 15 à 20 tiges verticales, s'élevant parfois jusqu'à 25^{cm} à 30^{cm} de hauteur,





tantôt simples, tantôt ramifiées, portant parfois des feuilles latérales ou des épines, et pourvues d'organes terminaux en boules, pyriformes, en chapeaux de champignon, en épis, en vrilles, etc., suivant la composition du liquide de culture et les conditions physiques de la croissance.

Ainsi se trouvent réalisées par des forces physiques dirigées et contrôlées des fonctions considérées jusqu'ici comme caractéristiques de la vie, savoir : 1° *La nutrition par intussusception ;* 2° l'*organisation ;* la petite graine initiale se différencie, s'organise en tiges, feuilles, organes terminaux ; il existe nécessairement un appareil circulatoire, puisque la substance membranogène, le sulfate de cuivre, s'élève, dans des tiges qui peuvent avoir moins de 1^{mm} de diamètre, jusqu'à $0^{m},30$ de hauteur ; enfin 3° la *croissance*, puisqu'une petite graine donne naissance à une forme compliquée qui a plusieurs centaines de fois son volume.

Les produits de croissance des graines artificielles sont sensibles à toutes les actions chimiques et physiques. Le développement est arrêté par de nombreux poisons ; la direction de la croissance est déterminée par les différences de pression osmotique et de température, il existe de l'osmotropisme et du thermotropisme.

BIOLOGIE. — *Action de* Eriophyes passerinæ *N. sur les feuilles de* Giardia hirsuta *G.* Note de M. C. GERBER, présentée par M. Alfred Giard.

I. *Description de la Zoocécidie.* — On sait que les feuilles de la Passerine hirsute (*Giardia hirsuta* G.) sont imbriquées, petites (4^{mm} sur 2^{mm}), ovales, obtuses, non atténuées à la base, épaisses, concaves et blanches tomenteuses sur la face ventrale, convexes et vert foncé sur la face dorsale; l'épiderme de la première face présente, en outre des poils, de nombreux stomates; il est formé de cellules plates, bien moins épaisses que larges; celui de la seconde est dépourvu de poils et de stomates; il est formé de cellules aussi épaisses que larges.

Les feuilles que nous avons observées sur certains rameaux récoltés à la Madrague-de-Mont-Redon (banlieue de Marseille) sont, au contraire, étalées, grandes (12^{mm} sur 4^{mm}), lancéolées, légèrement atténuées à la base, minces, plates, non tomenteuses, d'un vert glauque sur les deux faces; l'épiderme dorsal présente, comme l'épiderme ventral, des stomates; le dernier est formé, comme le premier, de cellules aussi épaisses que larges.

II. *L'auteur de la Zoocécidie.* — Ces feuilles sont, on le voit, bien différentes des premières. A leur aisselle on trouve ordinairement un corps jaunâtre, très petit, mamelonné, qui n'est autre qu'un bourgeon avorté dont les diverses feuilles sont représentées par les mamelons. Une dissociation, sous le microscope, révèle la présence, dans ces corps, en abondance, d'un Acarien que nous avons pu identifier avec le *Phytoptidæ* découvert jadis par nous dans les fleurs virescentes du même *Giardia hirsuta* G. provenant d'une station voisine, la batterie de Mont-Redon, et auquel Nalépa a donné le nom d'*Eriophyes passerinæ*.

Le parasite agit de plusieurs façons :

a. Tantôt il se fixe plus particulièrement sur les glomérules floraux, déterminant

une castration parasitaire, par transformation des étamines des fleurs mâles et de l'ovaire des fleurs femelles en feuilles (¹).

b. Tantôt, au contraire, il se fixe sur les bourgeons dès leur apparition à l'aisselle des jeunes feuilles, au moment où ils n'ont pas encore différencié suffisamment leurs organes appendiculaires. Dans ce cas, le bourgeon avorte et la feuille axillante jeune ainsi que l'entrenœud correspondant s'allongent, grandissent plus que d'ordinaire, sans pousser les poils qu'ils ont normalement.

c. Tantôt, enfin, il se fixe tardivement sur les bourgeons, alors qu'ils sont devenus de petits rameaux à feuilles bien ébauchées. La feuille axillante assez âgée et l'entrenœud correspondant, déjà pubescents, ne sont pas modifiés; mais les très jeunes feuilles de ce petit rameau et ses entrenœuds successifs évoluent comme la feuille axillante et l'entrenœud du cas précédent. Quant au bourgeon qui termine le rameau, c'est lui qui subit directement l'attaque du parasite; aussi avorte-t-il, si bien que les feuilles grandes, non pubescentes, vert glauque, restent réunies en une rosette qui tranche au milieu des rameaux à petites feuilles.

III. *Intérêt de cette Zoocécidie.* — L'action de *Eriophyes passerinæ* N. sur les feuilles de *Giardia hirsuta* G. est intéressante à trois points de vue :

D'abord elle empêche la formation d'un *tomentum*, alors qu'ordinairement les *Phytoptidæ* en font apparaître là où il n'y en a pas normalement.

Ensuite elle fait perdre à une plante croissant au bord de la mer ses caractères franchement halophiles pour lui donner, au contraire, ceux d'une plante vivant à l'intérieur des terres.

Enfin elle donne aux feuilles de la Passerine hirsute une ressemblance frappante avec celles d'autres espèces du même genre et, plus particulièrement, de *Giardia Sanamunda* G., faisant ainsi ressortir une parenté que l'adaptation de *Giardia hirsuta* G., aux conditions de vie du littoral méditerranéen, masque fortement chez la plante normale.

BIOLOGIE. — *Le rôle de l'olfaction dans la reconnaissance des fourmis.* Note de M. **H. Piéron**, présentée par M. Alfred Giard.

Bethe, en des expériences qui eurent un assez grand retentissement, mit en évidence, en 1898, le rôle important de l'olfaction dans la reconnaissance des fourmis.

(¹) C. Gerber, *Recherches morphologiques, anatomiques, systématiques et tératologiques sur les* Thymelaea *des environs de Marseille* (*Bul. Sc. de la Fr. et de la Belg.*, t. XXXIII, p. 430-454).

Il montra qu'une ouvrière de *Tetramorium cæspitum* était attaquée par ses compagnes si l'on faisait disparaître son odeur propre en la lavant à l'alcool et si on lui donnait une odeur étrangère par immersion dans un bouillon obtenu avec des *Camponotus herculeanus* écrasées dans de l'eau, ou avec des *Lasius niger* ou des *Myrmica scabrinodis*. La *T. cæspitum* était traitée comme le *Camponotus*, le *Lasius*, la *Myrmica* dont elle avait pris l'odeur. Il en était de même pour le *Lasius emarginatus;* et, en revanche, on réussissait à faire tolérer par les *Tetramorium* une *Myrmica scabrinodis,* à laquelle, par le même moyen, on faisait revêtir, en quelque sorte, l'odeur de *Tetramorium*.

Bethe conclut de ces faits que les phénomènes d'attaque manifestant la reconnaissance des fourmis d'espèces différentes n'étaient que des *réflexes olfactifs*.

Il y avait là deux points à examiner : d'une part, l'extension de ce rôle des données olfactives dans la reconnaissance, et de l'autre l'interprétation des phénomènes objectifs manifestant la reconnaissance.

1° Pour ce qui est du fait, le rôle exclusif de l'olfaction dans la reconnaissance de fourmis d'espèces différentes (¹) a été établi pour les espèces suivantes : *Tetramorium cæspitum* et *Lasius emarginatus* par Bethe; *Stenamma fulvum* var. *piceum*, par Miss Fielde; et, par mes expériences, poursuivies depuis 1900, *Aphænogaster barbara* var. *nigra, Pheidole pallidula, Camponotus pubescens, C. æthiops, Formica fusco-rufibarbis, Lasius emarginatus, L. flavus* et *L. niger*. En outre, d'après les expériences de Miss Fielde sur le *St. fulvum piceum* et les miennes sur *Aph. barbara nigra, C. pubescens, F. rufibarbis* et *L. emarginatus,* a pu être mis en évidence le rôle exclusif de l'olfaction pour la reconnaissance des fourmis de même espèce et de nid différent.

Enfin, d'après les expériences de Miss Fielde, il y a une odeur propre à chaque lignée maternelle, que les fourmis reconnaissent, et une odeur individuelle qui permet à des *Lasius* de retrouver leur propre piste.

La généralité du processus olfactif de reconnaissance est donc bien établie, et les sections d'antennes ont montré que l'organe de l'olfaction était celui de la reconnaissance. Les tentatives furieuses de morsures des *Aphænogaster* sur une piste d'étrangère illustrent bien ce rôle des données olfactives, dont l'importance exclusive est prouvée par le fait qu'un *Camponotus pubescens* noir, long de 15^{mm}, clairvoyant, ne reconnaît un *Lasius*

(¹) Dont voici la liste : *Aphænogaster barbara,* var. *nigra; Myrmica scabrinodis; Pheidole pallidula; Camponotus herculeanus; C. pubescens; C. æthiops; Lasius flavus; L. niger; L. emarginatus; Formica cinerea; F. fusca; F. fusco-rufibarbis; F. rufibarbis; F. subsericea.*

flavus et n'est reconnu par lui qu'à son odeur, alors que ce dernier, jaune et également clairvoyant, n'atteint pas 3^{mm}; et une mouche, normalement attaquée, est tolérée par le *Camponotus æthiops* après immersion dans un bouillon fait de ces fourmis écrasées ([1]).

2° De ce que l'odeur est la seule donnée sensorielle utile pour la reconnaissance des fourmis, doit-on en conclure que c'est le seul facteur? Il ne le semble pas.

Un facteur de *mémoire* a été mis en évidence par Miss Fielde, qui a constaté que des *F. subsericea*, tolérées par des *St. fulvum piceum,* n'étaient jamais attaquées par ces dernières après séparation, celle-ci ayant pu être prolongée jusqu'à 3 ans, alors que toute autre *F. subsericea* était mise à mort.

Mais les facteurs essentiels que j'ai pu mettre en évidence sont des facteurs *éthologiques* de *conservation individuelle* ou de *conservation de l'espèce* qui régissent le sens de la réaction (attaque ou fuite) et contribuent même à provoquer ou empêcher toute réaction.

Les *Formica cinerea,* agiles et clairvoyantes, cherchent toujours à fuir, alors que les *Aph.-barbara nigra,* lentes, aveugles, attaquent violemment, et que les très petites fourmis, *L. flavus, Ph. pallidula,* s'accrochent aux pattes ou aux antennes de leurs grandes adversaires.

Une ouvrière isolée n'attaque jamais comme lorsqu'elle est accompagnée (bien qu'il n'y ait pas de synergie des attaques).

On peut faire tolérer dans un récipient quelconque des ouvrières qui, près du nid, expulseront les étrangères et, dans un nid clos, près des larves, mettront à mort les intruses.

Les fourmis polydômes, dont les nids se pénètrent mutuellement, se tolèrent toujours d'un nid à l'autre (*Formica cinerea*).

Une fourmi cuirassée d'une armure chitineuse comme la *Myrmecina Latreillei* n'attaque à peu près jamais et n'est que rarement attaquée.

Les fourmis esclavagistes (comme *Formica sanguinea*) tolèrent, bien entendu, leurs esclaves, par exemple *F. fusca,* dont la présence leur est utile ou nécessaire.

Enfin, si la loi olfactive de la reconnaissance régit les rapports réciproques des femelles et des ouvrières (les mâles étant à cet égard tout à fait à part, et incapables de reconnaissance), il n'en reste pas moins qu'après

([1]) L'odeur appartient à toutes les régions du corps de la fourmi. Elle n'est pas détruite par une ébullition de 5 minutes.

le vol nuptial, les ouvrières d'un nid, loin de mettre à mort les femelles de nids différents, les recherchent au contraire, quel que soit leur nid, et les emmènent de force au sein de leur fourmilière.

On voit aisément que, dans tous ces cas, le facteur surajouté à la donnée sensorielle qui permet la reconnaissance, au facteur olfactif, concerne la meilleure adaptation aux conditions de vie, assurant la conservation de l'individu ou de l'espèce. Les fourmis semblent bien, d'une espèce à l'autre, d'un nid à l'autre, d'une lignée maternelle à l'autre, et peut-être d'un individu à l'autre (?), se reconnaître exclusivement à l'odeur, mais leur réaction est régie par des facteurs éthologiques et c'est dans les phénomènes d'adaptation et de sélection, non dans un pur réflexe olfactif, que l'on peut trouver la clef de leur attitude, qui est variable parce qu'elle est souple.

PHYSIOLOGIE. — *Recherches expérimentales sur les troubles thermiques dans les cas de privation absolue de sommeil*, par M. N. **Vaschide**.

Nos connaissances sur le fonctionnement et sur le mécanisme du sommeil et des rêves sont extrêmement pauvres; nous possédons des théories et des hypothèses, plus ou moins ingénieuses, qui se multiplient à coup d'œil, et les faits restent tout aussi rares que jadis, quand nous vivions en plein empirisme.

Je désirerais ajouter quelques nouvelles données expérimentales à celles déjà communiquées auparavant sur le sommeil et sur les rêves; j'ai étudié expérimentalement les troubles thermiques provoqués chez des individus privés d'une manière absolue de sommeil.

On affirme vaguement que le sommeil est un besoin réparateur d'énergie, mais sans nous préciser par quels moyens et de quelle manière le sommeil agit sur le système nerveux et sur tout l'organisme. On conseille toute une hygiène du sommeil, mais elle est encore empirique.

Ayant eu l'occasion d'étudier expérimentalement plusieurs cas d'insomnie pathologiques, j'ai voulu me rendre compte dans quelle mesure, normalement, la privation de sommeil agissait sur les modifications thermiques de l'organisme humain.

Mes recherches ont été faites sur des infirmières-veilleuses, adultes valides de 23 à 30 ans (16 sujets), sur 3 sujets de bonne volonté, qui se sont soumis à l'expérience à plusieurs reprises et sur moi-même.

Les recherches faites sur les infirmières ont été poursuivies pendant plusieurs années de 1899 à 1904, surtout pendant l'été; les mesures étaient prises par moi et je pouvais contrôler la véracité de l'absence du sommeil. Des infirmières en dehors du contrôle

administratif étaient obligées réellement de veiller toute la nuit à cause du service surchargé; elles devaient surveiller de vastes dortoirs de malades aliénés et elles étaient obligées de descendre parfois des escaliers pour se rendre compte des malades plus calmes qui couchaient au rez-de-chaussée. En dehors du service elles passaient le temps, les quelques heures de liberté, à lire ou à faire des travaux manuels. On avait pris la température de l'aisselle le matin après la levée du service et on l'avait comparée à celle prise des journées de sommeil; le thermomètre fut laissé sur place pendant 5 minutes. Sur les autres sujets et sur nous-même nous avons varié l'expérience; pendant certaines nuits nous nous obligions à faire du travail intellectuel et musculaire ou encore à rester simplement alités. On a pris dans ces cas la température rectale, buccale, de la main, celle de l'aisselle ou la température périphérique. Dans toutes les autres recherches faites, soit sur moi, soit sur les autres trois sujets, j'ai constaté une différence constante entre les nuits sans sommeil et les nuits avec sommeil. Cette différence, à peine sensible pour certains sujets, ne dépasse guère pour une première nuit 0°,9 et elle est moindre comparée à une autre nuit de sommeil que pendant la nuit qui succède à la nuit de privation de sommeil.

Voici les données expérimentales des moyennes sur les 16 sujets. Nous les divisons en quatre groupes de 4 sujets chacun; cette division nous est dictée par la catégorie des sujets examinés appartenant à une année d'expériences :

	Température de l'aisselle prise		
	le matin, avec sommeil.	les jours sans sommeil.	Nombre des nuits d'expériences.
Premier groupe......	36°,02	35°,6	20
Deuxième »	36,10	35,7	20
Troisième »	36,37	36,1	17
Quatrième »	36,81	35,9	10

Il résulte de ces chiffres qui concordent au point de vue physiologique avec les données de Davy, Hellmann, Jürgenssen, Jäger, Bärensprung, Mme Manacéine, Lichtenfelds, Frölich, Krieger, Liebermeister, que la privation de sommeil provoque un abaissement constant et sensible de la température; cet abaissement est plus notoire pour la température périphérique, dont nous avons pu constater même une différence de 1°,3; il est moindre pour la température rectale. Cette diminution est moins notoire, quand le sujet s'adonne à des travaux musculaires et intellectuels. Si l'on prolonge cette privation on arrive à des états de fièvre; la fièvre apparaît même la seconde nuit et, après une rapide et brusque montée thermique, nous avons pu constater des différences de 1°,5 après une nuit

sans sommeil. Dans les cas pathologiques, où l'absence de sommeil est constatée rigoureusement, les sujets souffrent de froid, sensation pénible qui augmente à mesure que la veille continue. Une bonne nuit de sommeil est victorieusement réparatrice. Les insomnies sont rarement des cas de privation de sommeil; les sujets dorment réellement par petites étapes, ils se réveillent souvent et l'idée de l'insomnie est liée à celle des réveils répétés. Des aliénés et des névropathes qui affirment n'avoir pas dormi pendant des nuits dorment habituellement, mais leur sommeil est léger et la trame onirique est vivante et elle entretient leurs inquiétudes de la veille. Dans ces cas les troubles thermiques sont négligeables; l'abaissement de la température apparaît dès qu'il y a une réelle absence de sommeil. Les hypnotiques ne remplacent qu'à la longue, au point de vue thermique, le sommeil normal, tandis que l'hypnotisme et la suggestion réparent rapidement cette perte thermique. Le premier effet physiologique du sommeil est donc d'entretenir l'équilibre thermique de l'organisme, quel que soit ce sommeil, profond ou superficiel ou même l'assoupissement et l'abaissement plus ou moins prolongé des paupières.

PHYSIOLOGIE. — *Rôle physiologique du pigment jaune de la macula.* Note de M. **A. Polack**, présentée par M. d'Arsonval.

On considère avec Helmholtz que, si, malgré son chromatisme, l'œil donne des images nettes et achromatiques, c'est grâce à ce qu'il accommode sur le cercle de diffusion commun aux radiations extrêmes de la lumière employée. (En effet, lorsqu'on couvre la moitié de la pupille avec un écran opaque, on voit apparaître des liserés colorés sur les bords des plages claires.)

Cette théorie ne répond pas, comme on le verra, à la totalité de faits et ne me paraît pas suffisante pour comprendre la formation des images nettes, car le cercle de diffusion commun aux radiations extrêmes de la lumière blanche dépasse de beaucoup celui compatible avec la vision distincte.

Il y a donc lieu d'admettre l'intervention d'un autre facteur.

Il existe heureusement dans notre rétine un pigment jaune localisé, comme on sait, au pôle postérieur de l'œil et doué à l'égard de radiations très réfrangibles d'un pouvoir absorbant nettement démontré (1).

---

(1) L'absorption des radiations très réfrangibles dans la région maculaire est dé-

Je crois que, grâce à l'absorption dans le pigment maculaire, les effets de la dispersion chromatique de l'œil se trouvent sensiblement réduits et que la vision distincte peut être obtenue dans ces conditions par une accommodation sur le cercle de diffusion commun des radiations restantes ; ce cercle étant plus petit que celui de Helmholtz.

Si cette hypothèse est exacte, l'accommodation moyenne de l'œil devra se faire pour des radiations plus voisines de l'extrémité rouge du spectre que ne l'admet la théorie classique et, en réalité, de nombreuses expériences permettent de vérifier ce fait :

1° Lorsqu'un emmétrope [1] regarde à travers un prisme un point lumineux distant de 5m, il en voit le spectre en forme d'une flèche *dont la pointe est dans le rouge et nullement dans le vert moyen, comme le voudrait la théorie de Helmholtz.* (Expérience de Wollaston.)

2° Si l'emmétrope regarde à la même distance le même point lumineux à travers un verre bleu de cobalt, il le voit rouge entouré d'un cercle de diffusion bleu. Il ne peut le voir en disque uniformément violet qu'en s'approchant suffisamment ou en mettaut devant l'œil une lentille divergente. Et encore faut-il, s'il est jeune, qu'il s'efforce de désaccommoder; autrement, malgré la faible distance, il continuera à voir un point rouge entouré de bleu.

3° Lorsqu'on détermine exactement la réfraction statique d'un œil atropinisé ou non à l'aide de l'optomètre de Badal éclairé par la lumière rouge et que l'on remplace ensuite celle-ci par la lumière blanche, l'œil examiné continue à voir les optotypes avec la même netteté sans qu'on ait besoin de déplacer le tube mobile de l'appareil.

Ces faits me paraissent suffisants pour montrer que l'œil accommode pour des radiations voisines de l'extrémité rouge du spectre et j'en conclus :

L'achromatisme de l'œil peut être obtenu par un mécanisme analogue à celui indiqué par Helmholtz; mais l'existence du pigment jaune, absorbant les radiations très réfrangibles dans la zone où l'acuité visuelle est grande, réduit l'étendue du spectre utilisable et ramène ainsi le cercle de Helmholtz à des dimensions convenables.

Le pigment jaune de la macula aurait dans ces idées un rôle essentiel pour l'acuité visuelle.

---

montrée photoptométriquement et aussi par les expériences sur la tache de Maxwell, que l'on peut voir en image primitive ou en image secondaire à l'aide d'un verre violet ou d'un verre bleu de cobalt.

[1] L'œil emmétrope que je considère ici est celui qui présente en lumière blanche une acuité visuelle égale à 1 au moins à 5m de distance et qui ne supporte pas le moindre verre convexe.

PHYSIOLOGIE. — *Contribution à l'étude de l'audition des poissons.* Note de M. **Marage**, présentée par M. Yves Delage.

Si l'on consulte tous les travaux qui ont été publiés depuis seize ans sur l'audition des poissons dans : *Biologisches Centralblatt, Centralblatt für Physiologie, Pflüger's Archiv für die gesammte Physiologie, The Journal of Physiology, The American Journal of Physiology,* on constate que, pour presque tous les expérimentateurs, les poissons n'ont aucune audition ; quelques-uns admettent que ces animaux peuvent entendre les vibrations d'une cloche plongée dans l'eau, lorsque la distance qui les sépare du corps sonore n'est pas supérieure à 8^m.

J'ai pensé qu'il était utile de reprendre une partie de ces expériences en employant, ce qui n'avait pas été fait jusqu'ici, des sons ayant une hauteur, un timbre et une énergie déterminés.

J'ai employé les voyelles synthétiques OU, O, A, É, I émises successivement sur des notes comprises entre ut_2 et la_6 avec une énergie variant entre $0^{kgm},00045$ et $0^{kgm},05$; le son était conduit dans l'intérieur de la masse liquide par un tube de caoutchouc ayant $0^m,015$ de diamètre intérieur; il était muni d'une membrane mince, non tendue, en caoutchouc, de manière que ni l'air, ni les trépidations de la sirène ne parvenaient dans les bacs ([1]).

Les animaux ne pouvaient pas voir les expérimentateurs.

Les expériences ont été continuées pendant un mois sur des goujons (*Gobio fluviatilis*), anguilles (*Anguilla vulgaris*), brochets (*Esox lucius*), tanches (*Tinca vulgaris*), carpes (*Cyprinus carpio*), gardons (*Leuciscus rutilus*).

Les résultats ont toujours été négatifs.

On pouvait objecter que les animaux ne se trouvaient pas dans des conditions normales et que, le son étant réfléchi sur les parois du bac, l'animal ne pouvait pas en connaître la direction et par conséquent prendre la fuite du côté opposé à celui d'où le son semblait provenir.

J'ai alors repris ces expériences en eau libre, dans une rivière, mais je n'ai pu les faire que sur des ablettes (*Alburnus lucidus*) qui se trouvaient réunies par groupes de 10 à 15, à quelques centimètres de l'extrémité du tube plongé dans l'eau.

([1]) Les sons ainsi transmis ont parfois une telle énergie qu'une oreille normale ne pourrait pas supporter un son 400 fois plus faible. Sur 20 sourds-muets regardés comme sourds complets, je n'en ai rencontré que quatre qui ne les aient pas entendus.

Les résultats ont été encore négatifs et cependant un plongeur placé à 80^m de distance entendait toutes les voyelles et les distinguait parfaitement, sans jamais commettre d'erreur.

Conclusions. — Les poissons n'entendent pas les vibrations des voyelles synthétiques transmises *dans l'intérieur du liquide* avec une énergie capable d'impressionner des sourds-muets regardés comme sourds complets.

Il est donc peu probable qu'ils entendent la voix humaine ordinaire, les vibrations passant très difficilement de l'air dans l'eau.

MÉDECINE. — *Recherches expérimentales sur les lésions des centres nerveux, consécutives à l'insolation.* Note de M. G. **Marinesco**, présentée par M. A. Laveran.

Les auteurs n'étant pas d'accord sur le mécanisme de la mort par insolation, j'ai cru utile de soumettre cette question à l'analyse expérimentale. J'ai utilisé pour ces expériences des animaux jeunes : chiens, chats, lapins et cobayes, qui ont été exposés au soleil pendant les mois de juillet et août de 1905 et de 1906. Tous les animaux succombaient après 1 heure d'exposition en moyenne, avec une température rectale atteignant 47°. Les centres nerveux étaient toujours congestionnés et leur consistance était diminuée. A l'examen microscopique, j'ai toujours trouvé des lésions profondes des cellules nerveuses de l'axe cérébro-spinal.

L'intensité de ces lésions est sous la dépendance de deux facteurs, à savoir : la durée d'exposition au soleil et l'augmentation de la température de l'animal. Lorsque cette dernière atteint 46° à 47°, les lésions sont considérables. Il n'y a plus d'éléments chromatophiles constitués dans les différentes espèces de cellules nerveuses, la substance fondamentale achromatique est colorée et le corps de la cellule, coloré à la thionine, est d'un violet pâle, opaque. A un fort grossissement, on voit un grand nombre de granulations fines, disséminées dans le corps cellulaire, moins abondantes dans les prolongements et colorées en violet pâle. La lésion de la cellule paraît parfois plus accusée à la périphérie et son contour est plus pâle, déchiré ou déchiqueté. Le noyau est tuméfié; son réseau est incolore, le nucléole est plus ou moins vacuolaire. Ces lésions existent dans les cellules de la moelle, du bulbe, du cerveau et des ganglions, elles sont plus accusées dans les cellules de petites dimensions. Dans les cas où les lésions sont plus intenses, comme cela se produit chez le cobaye, il y a une espèce de désorganisation de la périphérie cellulaire, production de vacuoles à l'intérieur de la cellule et homogénéisation du noyau dont le contour est pour ainsi dire estompé.

Les prolongements de la cellule peuvent être variqueux ou bien rompus et frag-

mentés. On assiste à une espèce de cytolyse de l'élément nerveux. Les neurofibrilles paraissent plus résistantes que les corpuscules de Nissl à l'action de l'insolation. Lorsque les lésions sont peu accentuées, on ne constate qu'une pâleur de ces éléments qui n'apparaissent pas aussi clairement qu'à l'état normal; mais, chez les animaux morts avec une température rectale de 47°, le réseau cytoplasmique est parfois désorganisé, ses travées sont granuleuses ou même dégénérées. Les boutons terminaux paraissent plus résistants, mais eux-mêmes se désorganisent à la fin.

On pourrait dire que, dans l'insolation, la lésion des cellules nerveuses commence par la dissolution des éléments chromatophiles, puis apparaît la désintégration granuleuse des neurofibrilles; enfin, lorsque la lésion est arrivée au maximum, elle réalise une espèce de cytolyse.

Les lésions des centres nerveux dans l'insolation expérimentale ressemblent fort à celles que produit l'hyperthermie. Or, l'insolation augmente la température de l'animal d'une façon considérable, de sorte qu'on est conduit à admettre que la cause principale des lésions de l'insolation est l'hyperthermie. En examinant le système nerveux d'animaux jeunes morts avec une température de 46°,5 à 47°, après un séjour à l'étuve de trois quarts d'heure à 1 heure, j'ai trouvé des lésions analogues à celles que je viens de décrire dans l'insolation; cependant, dans ce dernier cas, elles paraissent plus accentuées. Je me suis demandé si les rayons chimiques n'ajouteraient pas leur action à celle des rayons de chaleur pour produire les troubles et les lésions graves qu'on constate dans l'insolation.

Dans le but de résoudre cette question, j'ai placé des animaux jeunes dans des boîtes couvertes de verres de couleur et exposées au Soleil. Ces expériences n'ont pas donné de résultats bien nets.

Les lésions des centres nerveux produites par l'insolation doivent exister également dans les ganglions nerveux situés dans les divers organes et peut-être aussi dans toutes les cellules de l'organisme, de sorte que la mort dans l'insolation accompagnée d'hyperthermie serait due à la suppression de la vie élémentaire des cellules de l'organisme et, parmi celles-ci, ce serait la cellule nerveuse qui serait la plus sensible à l'action de la chaleur. J'ai montré que les lésions des cellules nerveuses dans l'hyperthermie expérimentale dépendent des albuminoïdes du protoplasma; or, Haliburton a décrit, dans ce dernier, une neuroglobuline qui se coagule à 47°.

Nos recherches doivent être rapprochées de celles de MM. Laveran et Regnard, qui ont conclu avec raison que, dans les conditions ordinaires où se manifeste le coup de chaleur, la mort ne s'explique ni par la coagulation

de la myosine, ni par l'asphyxie, ni par l'auto-intoxication, mais bien par des troubles d'innervation qui se produisent quand la température du milieu intérieur atteint 45° chez l'homme et chez les animaux supérieurs (1).

M. André Dumoulin adresse un *Mémoire relatif au stabilisateur de son projet d'aéroplane*.

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

M. Gustave-D. Hinrichs adresse une Note *Sur le poids atomique absolu du dysprosium*.

(Renvoi à la Section de Chimie.)

A 4 heures l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 12 novembre 1906.

Les ultramicroscopes, les objets ultramicroscopiques, par A. Cotton et H. Mouton. Paris, Masson et Cie, 1906; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Violle.)

Traité de manipulations et de mesures électriques et magnétiques industrielles, par H. Pécheux, avec 189 figures. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1906; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Violle.)

Association française pour l'avancement des Sciences. Compte rendu de la 34e session, Cherbourg, 1905 : Notes et Mémoires. Paris, Masson et Cie, 1906; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Giard.)

---

(1) A. Laveran et P. Regnard, *Recherches expérimentales sur la pathogénie du coup de chaleur* (*Académie de Médecine*, 27 novembre 1894). — A. Laveran, *Discussion sur la pathogénie du coup de chaleur* (*Académie de Médecine*, 26 décembre 1894).

Bulletin mensuel de l'Association française pour l'avancement des Sciences; nos 8-10, octobre-décembre 1905. (Documents officiels et procès-verbaux du Congrès de Cherbourg.) Paris, au siège de la Société; 3 fasc. in-8°.

L'Aéronaute, journal officiel illustré de la Navigation aérienne, 39e année, no 1 à 10, janvier-octobre 1906; 10 fasc. in-8°.

Elogio historico de don Antonio Jose Cavanilles, premiado por la Real Sociedad ecónomica de Valencia en el año 1826 su autor José Pizcueta, impresso en los talleres de D. Benito Monfor, impresor de la Real Sociedad en 1830. Madrid, 1906; 1 fasc. in-8°. (Offert, ainsi qu'un portrait du célèbre botaniste, par M. l'Ambassadeur d'Espagne à Paris, au nom de M. le Comte de Cerrageria.)

Gesammelte mathematische Werke, von L. Fuchs; herausgegeb. v. Richard Fuchs und Ludwig Schlesinger. Bd. II : *Abhandlungen* (1875-1887), redigirt von L. Schlesinger. Berlin, Mayer et Müller, 1906; 1 vol. in-4°. (Hommage des Éditeurs.)

Technische Thermodynamik von Dr Gustav Zeuner; dritte Auflage. Bd. I : *Fundamentalsätze der Thermodynamik. Lehre von den Gasen;* mit 65 in den Text gedruckten Holzschnitten. Bd. II : *Die Lehre von den Dämpfen,* mit 52 in den Text gedruckten Holzschnitten. Leipzig, Arthur Felix, 1905-1906; 2 vol. in-8°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 DÉCEMBRE 1906,

PRÉSIDENCE DE M. H. POINCARÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Méthode nouvelle et rapide pour la détermination des erreurs de division d'un cercle méridien* (1). Note de M. **Lœwy**.

La multiplication rationnelle des lectures qui interviennent dans le rattachement des divisions aux traits-repères offre donc, comme on l'a vu, un grand avantage; il en est de même lorsqu'on procède à la recherche directe des corrections fondamentales.

Mais, dans ce dernier cas, il ne s'agit pas seulement d'obtenir le résultat avec le minimum de travail, il faut en outre réaliser une autre condition : il importe que les 20 divisions-repères E_{60}, E_{120}, E_{36}, etc. autres que E_{90} puissent être considérées comme indépendantes les unes des autres. Pour calculer l'influence à laquelle leurs combinaisons donnent lieu, nous avons adopté cette base dans les développements précédents.

La répétition des mesures fournit encore ici un moyen précieux pour atteindre ce but, mais on sera obligé de renoncer en partie au grand avantage de ce mode d'opération qui permettrait d'atteindre la précision cherchée avec le minimum absolu d'efforts. Malgré cette restriction, on ob-

(1) Dans ma première Communication, l'opinion a été émise, qu'aucun progrès réel n'avait été obtenu depuis plus d'un siècle dans la recherche des erreurs de division. Toutefois un travail publié par M. Bruns, directeur de l'Observatoire de Leipzig, et dont je n'ai eu connaissance que récemment, satisfait à l'une des conditions essentielles du problème, en évitant les inexactitudes du rattachement. Mais la méthode indiquée, entièrement différente de celle qui vient d'être développée, laisse à désirer à d'autres points de vue.

tiendra, pour une approximation fixée d'avance, les valeurs de 18 repères avec une rapidité que ne comporte pas la méthode habituelle. Les deux divisions E_{60} et E_{120} seules exigent un léger surcroît de travail.

Les règles adoptées dans l'exemple suivant concernant le groupe des traits-repères T_{36}, T_{72}, T_{108}, T_{144} serviront de guide pour la détermination directe des autres séries de divisions fondamentales. En posant $n = 5$, $E_n = 0$, $E_0 = 0$ dans les formules générales (p. 626) on aura :

(*a*)
Les deux couples de microscopes placés approximativement à la distance de 36°.

$$(1)\quad 5E_{36} = -4d_1 + (d_2 d_3 d_4 d_5),$$
$$(2)\quad 5E_{72} = -3(d_1 d_2) + 2(d_3 d_4 d_5).$$
$$(3)\quad 5E_{108} = -2(d_1 d_2 d_3) + 3(d_4 d_5),$$
$$(4)\quad 5E_{144} = -(d_1 d_2 d_3 d_4) + 4d_5,$$

(*b*)
Les deux couples de microscopes placés approximativement à la distance de 72°.

$$(1)'\quad 5E_{72} = -4d'_1 + (d'_2 d'_3 d'_4 d'_5),$$
$$(2)'\quad 5E_{144} = -3(d'_1 d'_2) + 2(d'_3 d'_4 d'_5),$$
$$(3)'\quad 5E_{36} = -2(d'_1 d'_2 d'_3) + 3(d'_4 d'_5),$$
$$(4)'\quad 5E_{108} = -(d'_1 d'_2 d'_3 d'_4) + 4d'_5.$$

Pour simplifier, on a omis, dans l'intérieur des parenthèses, les signes + reliant entre elles les différences de lectures $d_1 d_2 d_3$, etc.

Les notations et définitions précédentes sont conservées.

Les équations (1) et (4) fourniront E_{36} et E_{144} avec une plus grande exactitude que E_{72} et E_{108} au moyen des équations (2) et (3), inversement E_{72} et E_{108} résulteront de (1)′ et de (4)′ avec une approximation supérieure à celle relative à E_{36} et à E_{144}, par l'emploi de (2)′ et (3)′. En calculant les poids respectifs de E_{36}, E_{72}, E_{108} et E_{144} à l'aide du système (*a*) ou du système (*b*), on aura la somme des poids des 4 grandeurs égale à 2,083 et $\frac{L}{l} = 0,833$, conformément à la méthode usuelle.

La structure des équations (*a*) ou (*b*) révèle immédiatement qu'une erreur d'observation commise dans d_3 altère relativement peu les éléments cherchés, tandis qu'il faudra recourir à une répétition notable des lectures $d_1 d_5 d'_1 d'_5$ pour atténuer la multiplication de cette erreur; toutefois ceci aura lieu dans une moindre proportion pour $d_2 d_4 d'_2 d'_4$. Par suite, afin de ne pas trop augmenter le nombre des opérations dans une seule séance, on supposera une seule lecture pour d_3, α lectures pour d_1 et d_5 et β pour d_2 et d_4. On discutera seulement les équations (*a*); les conclusions seraient identiques pour la série (*b*). Les inexactitudes d'observations deviennent alors respectivement :

$$(a)\begin{cases} (1)\ \text{pour } 5E_{36}\ldots\mathcal{E}\sqrt{\dfrac{17}{\alpha}+\dfrac{2}{\beta}+1}, & (2)\ \text{pour } 5E_{72}\ldots\mathcal{E}\sqrt{\dfrac{13}{\alpha}+\dfrac{13}{\beta}+4}, \\ (4)\ \text{pour } 5E_{144}\ldots\mathcal{E}\sqrt{\dfrac{17}{\alpha}+\dfrac{2}{\beta}+1}, & (3)\ \text{pour } 5E_{108}\ldots\mathcal{E}\sqrt{\dfrac{13}{\alpha}+\dfrac{13}{\beta}+4}, \end{cases}$$

$$(b)\begin{cases}(1)' \text{ pour } 5E_{72}\ldots\mathcal{E}\sqrt{\frac{17}{\alpha}+\frac{2}{\beta}+1}, & (2)' \text{ pour } 5E_{36}\ldots\mathcal{E}\sqrt{\frac{13}{\alpha}+\frac{13}{\beta}+4},\\ (4)' \text{ pour } 5E_{108}\ldots\mathcal{E}\sqrt{\frac{17}{\alpha}+\frac{2}{\beta}+1}, & (3)' \text{ pour } 5E_{144}\ldots\mathcal{E}\sqrt{\frac{13}{\alpha}+\frac{13}{\beta}+4}.\end{cases}$$

Lorsque les nombres α et β sont notables, les poids des corrections E_{36}, E_{72}, ... fournis par les expressions (2), (3), (2)' et (3)' sont faibles comparés à ceux tirés des expressions (1), (4), (1)' et (4)' pour ces mêmes divisions. Pour le but spécial en vue, nous allons d'abord faire abstraction complète des équations (2), (3), (2)' et (3)' et déterminer α et β de manière que toute combinaison linéaire à coefficients entiers, comme $E_{36}+rE_{144}$ (r étant un nombre entier quelconque), soit affectée d'une erreur d'observation tout au plus égale à celle qu'on aurait si l'équation (1) d'une part et (4) de l'autre reposaient sur des lectures complètement différentes et si, en outre, il en était ainsi pour (1)' et (4)'. Désignant par δE_{36} et δE_{144} les erreurs de mesures de E_{36} et E_{144}, on aura, en se basant d'abord sur la réalité :

$$25(\delta E_{36}+r\,\delta E_{144})^2=\left[\frac{(4+r)^2}{\alpha}+\left(\frac{2}{\beta}+1\right)(1-r)^2+\frac{(1+4r)^2}{\alpha}\right]\varepsilon^2,$$

et, en admettant l'hypothèse qui vient d'être énoncée,

$$25(\delta E_{36}+r\,\delta E_{144})^2=\left[\frac{17}{\alpha}(1+r^2)+\frac{2}{\beta}(1+r^2)+(1+r^2)\right]\varepsilon^2.$$

L'indépendance qui doit exister entre E_{36} et E_{144} exige que

$$\frac{(4+r)^2}{\alpha}+\left(\frac{2}{\beta}+1\right)(1-r)^2+\frac{(1+4r)^2}{\alpha}\overline{\overline{<}}\frac{17}{\alpha}(1+r^2)+\frac{2}{\beta}(1+r^2)+(1+r^2).$$

D'où l'on tire : $\alpha\overline{\overline{>}}\frac{8\beta}{2+\beta}$.

En tenant compte de cette dernière relation, on examinera maintenant pour quelles valeurs de α et β les équations (a) et (b) donneront le maximum de précision pour E_{36}, E_{72}, E_{108}, E_{144}, en considérant en outre que le nombre des opérations dans une séance ne doit pas dépasser certaines limites. On aura satisfait à ces desiderata en choisissant $\alpha=4$, $\beta=2$; le nombre de lectures sera alors égal à 13.

Ces prémisses étant établies, on déduira de l'ensemble des relations (a) et (b) deux séries distinctes de valeurs pour E_{36}, E_{72}, E_{108}, E_{144}. La première appelée *système* (B), où l'on fait abstraction de toute obligation restrictive, donnera avec une exactitude un peu supérieure les corrections des traits

telles qu'elles doivent être appliquées dans l'observation des astres; la seconde, système (C), est uniquement destinée à fournir des repères pour les rattachements ultérieurs.

Le système (C), d'après ce qui vient d'être exposé, est tout indiqué; il se compose des équations (1), (4), (1)', (4)' en y considérant respectivement d_1, d'_1, d_5, d'_5 et d_2, d_4, d'_2, d'_4 comme des moyennes de quatre et de deux lectures du cercle. La formation du système (B) est très simple. On calcule d'abord, α étant égal à 4 et β à 2, les poids de chaque correction dans les expressions (a) et (b); on aura ainsi :

(a) : poids de E_{36} et de $E_{144} = 2,00$; poids de E_{72} et de $E_{108} = 0,909$; $\frac{L}{l} = 0,895$.

(b) : poids de E_{33} et de $E_{144} = 0,909$; poids de E_{72} et de $E_{108} = 2,00$; $\frac{L}{l} = 0,895$.

$\frac{L}{l}$ est donc ici supérieur à $\frac{L}{l}$ selon la méthode usuelle. Le poids relatif d'une même correction tirée de (a) et de (b) étant $\frac{0,909}{2,00} = 0,5$ en chiffres ronds, on conclura facilement le système (B).

Système (B). — *Poids d'une des grandeurs* = 2,90.

$$7,5\,E_{36} = -4\,d_1 + (d_2\,d_3\,d_4\,d_5) - (d'_1\,d'_2\,d'_3) + 1,5\,(d'_4\,d'_5),$$
$$7,5\,E_{72} = -4\,d'_1 + (d'_2\,d'_3\,d'_4\,d'_5) + (d_3\,d_4\,d_5) - 1,5\,(d_1\,d_2),$$
$$7,5\,E_{108} = -(d'_1\,d'_2\,d'_3\,d'_4) + 4\,d'_5 - (d_1\,d_2\,d_3) + 1,5\,(d_4\,d_5).$$
$$7,5\,E_{144} = -(d_1\,d_2\,d_3\,d_4) + 4\,d_5 + (d'_3\,d'_4\,d'_5) - 1,5\,(d'_1\,d'_2).$$

Système (C). — *Poids d'une des grandeurs* = 2,00.

$$5\,E_{36} = -4\,d_1 + (d_2\,d_3\,d_4\,d_5), \qquad 5\,E_{72} = -4\,d'_1 + (d'_2\,d'_3\,d'_4\,d'_5),$$
$$5\,E_{144} = -(d_1\,d_2\,d_3\,d_4) + 4\,d_5, \qquad 5\,E_{108} = -(d'_1\,d'_2\,d'_3\,d'_4) + 4\,d'_5.$$

On a précédemment supposé, pour les repères destinés au rattachement, une erreur probable $= \pm 0'',03$. Il faut, par suite, que les corrections E_{36}, ... au moyen du système (C) correspondent à peu près au poids 7,2, on aura ainsi $\varepsilon = \frac{\pm 0'',08}{\sqrt{7,2}} < 0'',03$. Pour atteindre ce but, on effectuera quatre séries de déterminations; on aura ainsi, pour chacun de ces repères, le poids 8 et $\varepsilon = \frac{\pm 0'',08}{\sqrt{8}} < 0'',03$. Le nombre total des opérations sera dès lors $2 \times 4 \times 13 = 104$.

Faute d'espace, nous donnons seulement les résultats trouvés d'une manière analogue pour les autres groupes de divisions-repères. Le sys-

tème (A), indiqué plus loin, désigne les expressions directement fournies par les formules générales. On remarquera que la combinaison respective des corrections pour les séries de 20° en 20° et de 18° en 18°, système (C), conduit à une compensation d'erreurs plus parfaite que celle qui résulterait, d'après la méthode des moindres carrés, pour des grandeurs de même ordre d'exactitude. On constatera, en outre, que chacune des divisions est en général fournie par plusieurs évaluations indépendantes. C'est ainsi que E_{90} se trouve conclue quatre fois; les corrections de 20° en 20°, trois fois; celles de 36° en 36°, quatre fois. Les quatre divisions E_{30}, E_{150}, E_{45} et E_{135} font exception; pour parer à cet inconvénient, on déplacera les microscopes autant de fois qu'on le jugera nécessaire.

Détermination des positions des traits 60° *et* 120°.

$3\,E_{60} = -2\,d_1 + (d_2 d_3)$; $3\,E_{120} = -(d_1 d_2) + 2\,d_3$; $\frac{L}{l} = 1,00$ méthode usuelle.

$\alpha \gtreqless 4\beta$; on adopte $\alpha = 4$, $\beta = 1$; nombre de lectures $= 9$; poids de E_{60} ou de $E_{120} = 2,00$; $\frac{L}{l} = \frac{8}{9}$.

4 séries de déterminations nécessaires pour obtenir le poids 8. Total des opérations, 36.

Détermination des positions des traits de 45° *en* 45°.

$4\,E_{45} = -3\,d_1 + (d_2 d_3 d_4)$; $4\,E_{90} = -2(d_1 d_2) + 2(d_3 d_4)$; $4\,E_{135} = -(d_1 d_2 d_3) + 3\,d_4$; $\frac{L}{l} = 0,917$ méth. usuelle.

$\alpha \gtreqless 3\beta$; on adopte $\alpha = 3$, $\beta = 1$; nombre de lectures $= 8$; poids de E_{45} ou de $E_{135} = 1,5$;

poids de $E_{90} = 0,75$; $\frac{L}{l} = 0,938$.

5 séries de déterminations donnent le poids 7,5. Total des opérations, 40.

Détermination des positions des traits de 30° *en* 30°.

$6\,E_{30} = -5\,d_1 + (d_2 d_3 d_4 d_5 d_6)$, $6\,E_{60} = -4(d_1 d_2) + 2(d_3 d_4 d_5 d_6)$, $6\,E_{90} = -3(d_1 d_2 d_3) + 3(d_4 d_5 d_6)$.

$6\,E_{150} = -(d_1 d_2 d_3 d_4 d_5) + 5\,d_6$, $6\,E_{120} = -2(d_1 d_2 d_3 d_4) + 4(d_5 d_6)$, $\frac{L}{l} = 0,761$ méthode usuelle.

$\alpha \gtreqless \frac{5\beta}{1+\beta}$; on adopte $\alpha = 4$, $\beta = 2$; nombre de lectures $= 14$; poids de E_{30} ou de $E_{150} = 1,895$;

poids de E_{60} ou de $E_{120} = 0,783$; poids de $E_{90} = 0,571$; $\frac{L}{l} = 0,847$.

4 séries de déterminations conduisent au poids 7,58. Total des opérations, 56.

Dans les deux groupes suivants, où la précision atteinte est plus que suffisante, on s'est contenté de répéter les opérations pour les deux premières et les deux dernières lectures, afin de ne pas trop prolonger la durée d'une série.

Détermination des positions des traits de 20° en 20°.

SYSTÈME (A). — $\frac{L}{l} = 0,604$ *d'après la méthode usuelle.*

Microscopes à 20°.	Microscopes à 40°.	Microscopes à 80°.
$9E_{20} = -8d_1 + (d_2...d_9)$	$9E_{40} = -8d'_1 + (d'_2...d'_9)$	$9E_{80} = -8d''_1 + (d''_2...d''_9)$
$9E_{40} = -7(d_1d_2) + 2(d_3...d_9)$	$9E_{80} = -7(d'_1d'_2) + 2(d'_3...d'_9)$	$9E_{160} = -7(d''_1d''_2) + 2(d''_3...d''_9)$
$9E_{60} = -6(d_1d_2d_3) + 3(d_4...d_9)$	$9E_{120} = -6(d'_1d'_2d'_3) + 3(d'_4...d'_9)$	$9E_{60} = -6(d''_1d''_2d''_3) + 3(d''_4...d''_9)$
$9E_{80} = -5(d_1...d_4) + 4(d_5...d_9)$	$9E_{169} = -5(d'_1...d'_4) + 4(d'_5...d'_9)$	$9E_{140} = -5(d''_1...d''_4) + 4(d''_5...d''_9)$
$9E_{100} = -4(d_1...d_5) + 5(d_6...d_9)$	$9E_{20} = -4(d'_1...d'_5) + 5(d'_6...d'_9)$	$9E_{40} = -4(d''_1...d''_5) + 5(d''_6...d''_9)$
$9E_{120} = -3(d_1...d_6) + 6(d_7d_8d_9)$	$9E_{60} = -3(d'_1...d'_6) + 6(d'_7d'_8d'_9)$	$9E_{120} = -3(d''_1...d''_6) + 6(d''_7d''_8d''_9)$
$9E_{140} = -2(d_1...d_7) + 7(d_8d_9)$	$9E_{100} = -2(d'_1...d'_7) + 7(d'_8d'_9)$	$9E_{20} = -2(d''_1...d''_7) + 7(d''_8d''_9)$
$9E_{160} = -(d_1...d_8) + 8d_9$	$9E_{140} = -(d'_1...d'_8) + 8d'_9$	$9E_{100} = -(d''_1...d''_8) + 8d''_9$

$\alpha \gtreqless \frac{16\beta}{2+5\beta}$; on adopte : $\alpha = 4$, $\beta = 2$; nombre des lectures $= 17$; $\frac{L}{l} = 0,753$.

SYSTÈME (B). — *Poids d'une des six grandeurs ci-dessous* = 2,805.

$$14,4\,E_{20} = -8d_1 + (d_2...d_9) - 0,8(d''_1...d''_7) + 2,8(d''_8d''_9) - 0,8(d'_1...d'_5) + 1,0(d'_6...d'_9)$$
$$14,4\,E_{40} = -8d'_1 + (d'_2...d'_9) + 0,8(d_3...d_9) - 2,8(d_1d_2) - 0,8(d''_1...d''_5) + 1,0(d''_6...d''_9)$$
$$14,4\,E_{80} = -8d''_1 + (d''_2...d''_9) + 0,8(d'_3...d'_9) - 2,8(d'_1d'_2) + 0,8(d_5...d_9) - 1,0(d_1...d_4)$$
$$14,4\,E_{100} = +8d''_9 - (d''_1...d''_8) - 0,8(d'_1...d'_7) + 2,8(d'_8d'_9) - 0,8(d_1...d_5) + 1,0(d_6...d_9)$$
$$14,4\,E_{140} = +8d'_9 - (d'_1...d'_8) - 0,8(d_1...d_7) + 2,8(d_8d_9) + 0,8(d''_5...d''_9) - 1,0(d''_1...d''_4)$$
$$14,4\,E_{160} = +8d_9 - (d_1...d_8) + 0,8(d''_3...d''_9) - 2,8(d''_1d''_2) + 0,8(d'_5...d'_9) - 1,0(d'_1...d'_4)$$

Poids de E_{60} *et* $E_{120} = 1,149$.

$$9E_{60} = -2(d_1d_2d_3) + (d_4...d_9) + 2(d'_7d'_8d'_9) - (d'_1...d'_6) - 2(d''_1d''_2d''_3) + (d''_4...d''_9)$$
$$9E_{120} = +2(d_7d_8d_9) - (d_1...d_6) - 2(d'_1d'_2d'_3) + (d'_4...d'_9) + 2(d''_7d''_8d''_9) - (d''_1...d''_6)$$

SYSTÈME (C). — *Poids d'une des grandeurs* = 1,820.

$9E_{20} = -8d_1 + (d_2...d_9)$	$9E_{40} = -8d'_1 + (d'_2...d'_9)$	$9E_{80} = -8d''_1 + (d''_2...d''_9)$
$9E_{160} = -(d_1...d_8) + 8d_9$	$9E_{140} = -(d'_1...d'_8) + 8d'_9$	$9E_{100} = -(d''_1...d''_8) + 8d''_9$

Quatre séries de déterminations sont nécessaires afin d'obtenir pour chaque correction, système (C), le poids $7,28 = 4 \times 1,82$; total des opérations $3 \times 4 \times 17 = 204$.

Détermination des positions des traits de 18° en 18°.

SYSTÈME (A). — $\frac{L}{l} = 0,566$ *d'après la méthode usuelle.*

Microscopes à 18°.	Microscopes à 54°.
$10E_{18} = -9d_1 + (d_2...d_{10})$	$10E_{54} = -9d'_1 + (d'_2...d'_{10})$
$10E_{36} = -8(d_1d_2) + 2(d_3...d_{10})$	$10E_{108} = -8(d'_1d'_2) + 2(d'_3...d'_{10})$
$10E_{54} = -7(d_1d_2d_3) + 3(d_4...d_{10})$	$10E_{162} = -7(d'_1d'_2d'_3) + 3(d'_4...d'_{10})$
$10E_{72} = -6(d_1...d_4) + 4(d_5...d_{10})$	$10E_{36} = -6(d'_1...d'_4) + 4(d'_5...d'_{10})$

Microscopes à 18°.

$$10\,E_{90} = -5(d_1\ldots d_5) + 5(d_6\ldots d_{10})$$
$$10\,E_{108} = -4(d_1\ldots d_6) + 6(d_7\ldots d_{10})$$
$$10\,E_{126} = -3(d_1\ldots d_7) + 7(d_8 d_9 d_{10})$$
$$10\,E_{144} = -2(d_1\ldots d_8) + 8(d_9 d_{10})$$
$$10\,E_{162} = -(d_1\ldots d_9) + 9d_{10}$$

Microscopes à 54°.

$$10\,E_{90} = -5(d'_1\ldots d'_5) + 5(d'_6\ldots d'_{10})$$
$$10\,E_{144} = -4(d'_1\ldots d'_6) + 6(d'_7\ldots d'_{10})$$
$$10\,E_{18} = -3(d'_1\ldots d'_7) + 7(d'_8 d'_9 d'_{10})$$
$$10\,E_{72} = -2(d'_1\ldots d'_8) + 8(d'_9 d'_{10})$$
$$10\,E_{126} = -(d'_1\ldots d'_9) + 9d'_{10}$$

$\alpha \gtreqless \frac{9\beta}{1+3\beta}$; on adopte : $\alpha = 4$, $\beta = 2$; nombre des opérations 18; $\frac{L}{l} = 0,726$.

Système (B). — *Poids d'une des quatre grandeurs ci-dessous* = 2,182.

$$12\,E_{18} = -9d_1 + (d_2\ldots d_{10}) - 0,6(d'_1\ldots d'_7) + 1,4(d'_8 d'_9 d'_{10})$$
$$12\,E_{54} = -9d'_1 + (d'_2\ldots d'_{10}) + 0,6(d_4\ldots d_{10}) - 1,4(d_1 d_2 d_3)$$
$$12\,E_{126} = -(d'_1\ldots d'_9) + 9d'_{10} - 0,6(d_1\ldots d_7) + 1,4(d_8 d_9 d_{10})$$
$$12\,E_{162} = -(d_1\ldots d_9) + 9d_{10} + 0,6(d'_4\ldots d'_{10}) - 1,4(d'_1 d'_2 d'_3)$$

Poids de E_{90} = 0,533.

$$4\,E_{90} = -(d_1\ldots d_5) + (d_6\ldots d_{10}) - (d'_1\ldots d'_5) + (d'_6\ldots d'_{10})$$

Système (C). — *Poids d'une des grandeurs* : 1,818.

$$10\,E_{18} = -9d_1 + (d_2\ldots d_{10}) \qquad 10\,E_{54} = -9d'_1 + (d'_2\ldots d'_{10})$$
$$10\,E_{162} = -(d_1\ldots d_9) + 9d_{10} \qquad 10\,E_{126} = -(d'_1\ldots d'_9) + 9d'_{10}$$

Quatre séries de déterminations sont nécessaires afin d'obtenir pour chaque correction, système (C), le poids $7,27 = 4 \times 1,818$. Total des lectures : $2 \times 4 \times 18 = 144$.

PHYSIOLOGIE. — *Sur les adjuvants spécifiques de la parthénogenèse expérimentale.* Note de M. Yves Delage.

De mes expériences de cette année sur la parthénogenèse expérimentale, dont les résultats seront publiés ailleurs, j'extrais ici quelques points présentant un intérêt particulier.

Ces expériences ont porté sur l'Oursin *Paracentrotus (Strongylocentrotus) lividus*.

1° Certaines substances, toxiques à dose élevée ou même médiocre, se montrent, quand on les emploie à dose faible, des adjuvants efficaces des liquides habituellement employés pour déterminer la parthénogenèse. Parmi ces liquides, celui dont j'ai fait choix après de nombreux essais a la composition suivante :

NaCl, solution à 2,5n	37,5
Eau de mer. (Concentration moléculaire = 0,52n.)	2,5
H^2O	60

Ce liquide, dont la concentration moléculaire est 0,950 n, est remarquable par la faible quantité d'eau de mer qu'il contient, quantité cependant indispensable. J'ai déjà fait connaître l'an dernier qu'on augmente beaucoup son efficacité en l'additionnant de 5 à 10 gouttes, pour 100^{cm^3}, d'une solution normale d'hyposulfite de soude. Ce dernier agit principalement en alcalinisant la liqueur.

Les adjuvants spécifiques dont je veux parler sont les chlorures au minimum des métaux de la série du fer, à l'exclusion du fer lui-même; ce sont: le manganèse, le cobalt et le nickel.

Le manganèse, que j'ai essayé autrefois avec succès, à des doses beaucoup plus fortes et comme agent principal, agit ici d'une tout autre manière. C'est le moins efficace des trois. Le cobalt l'est un peu plus, le nickel beaucoup plus.

En ajoutant au liquide banal hypertonique ci-dessus, alcalinisé légèrement, 1 à 1^{cm^3},5 *d'une solution normale de* $NiCl^2$, *on augmente considérablement son efficacité comme agent parthénogénétique.*

C'est là un résultat très imprévu et difficile à expliquer.

On ne saurait invoquer l'acidité habituelle des solutions de ce genre puisqu'elles agissent en liqueur alcalinisée à dessein. D'ailleurs, en neutralisant par la soude, aussi exactement que possible, le chlorure métallique, on ne modifie pas son activité.

Dire que le nickel agit comme catalyseur n'est pas expliquer grand'chose dans l'état actuel de nos connaissances sur la catalyse.

On pourrait songer à une sorte de mordançage, mais l'expérience suivante laisse peu de place à cette explication ; appliqué avant la solution hypertonique, $NiCl^2$ n'a aucune action; appliqué après, il a une action plutôt supérieure à son action dans l'application simultanée.

2° J'ai insisté antérieurement sur l'importance des conditions inhérentes individuellement aux œufs, même aux œufs d'un même ovaire, lesquels présentent des différences considérables, puisque dans un même réactif les uns se développent, les autres non, différences que ni l'observation superficielle ni l'examen histologique par coupes ne permettent de déceler. Ces différences se sont manifestées, dans mes expériences de cette année, par une particularité remarquable.

Je prépare, avec les agents qui me donnent habituellement les meilleurs résultats, quatre séries identiques de réactifs et je soumets à l'action de chaque série les œufs d'un Oursin différent.

Or, non seulement le pourcentage des segmentations varie considérable-

ment d'une série à l'autre, mais le réactif optimum n'est pas le même pour chaque série; en sorte qu'il est, dans une certaine mesure, légitime de parler d'*œufs sensibles au nickel, au cobalt ou au sulfite*.

3° En ce qui concerne le pourcentage des segmentations, mes expériences de cette année ne sont pas en progrès sur celles de l'année passée. Il n'en est pas de même en ce qui concerne la vitalité des larves et le stade auquel j'ai pu les conduire. Un grand nombre sont devenues des Pluteus. Cinq d'entre elles ont montré l'ébauche du jeune Oursin, et chez l'une de de ces cinq, âgée de 1 mois seulement, le petit Oursin était hors de sa loge amniotique, montrant les tentacules terminaux et *deux pédicellaires*, bien que l'appareil larvaire n'ait subi encore qu'un léger commencement de régression.

Il n'est pas inutile d'ajouter que d'innombrables Pluteus, issus de fécondation normale et élevés comparativement dans des conditions identiques, sont tous morts avant d'arriver à un stade aussi avancé.

MÉDECINE. — *Au sujet d'une mission d'études de la Maladie du sommeil.* Note de M. A. LAVERAN.

A la demande de M. Le Myre de Vilers, président de la Société de géographie de Paris, j'ai l'honneur de faire connaître à l'Académie qu'une Mission organisée par la Société de géographie vient de partir pour le Congo français à l'effet d'y étudier la Maladie du sommeil.

Les membres de cette Mission sont: MM. les docteurs Martin et Lebœuf des troupes coloniales, M. Roubaud, agrégé ès sciences naturelles, et M. Weiss, aide-naturaliste.

La Mission s'est embarquée, le 25 octobre, à Bordeaux à destination de Brazzaville.

J'ai l'honneur de déposer sur le bureau les Instructions qui ont été rédigées pour cette Mission, par nos éminents confrères MM. Bouvier et Giard pour la partie zoologique et par moi pour la partie médicale.

La Maladie du sommeil n'est plus la maladie mystérieuse qu'elle était naguère, on sait qu'elle est produite par un trypanosome, *Trypan. gambiense*, et qu'elle est propagée par les *Glossina* ou mouches tsétsé, mais beaucoup de questions relatives à l'histoire de cette redoutable endémie de l'Afrique équatoriale sont encore à l'étude; il importe notamment de

rechercher quelles sont les mesures à prendre pour empêcher l'extension de la maladie dans nos possessions africaines.

Toutes les nations qui ont des colonies dans l'Afrique équatoriale s'inquiètent des progrès rapides que fait la Maladie du sommeil; il est à désirer qu'une entente ait lieu entre ces nations pour rendre plus efficace la lutte contre ce fléau. A ce sujet je dois signaler que l'Association scientifique internationale d'agronomie coloniale a mis la question à son ordre du jour et qu'elle s'efforcera de coordonner les recherches entreprises par les savants des diverses nationalités.

MÉDECINE. — *L'anthracose pulmonaire physiologique d'origine intestinale.* Note de MM. **Calmette**, **Vansteenberghe** et **Grysez.**

Depuis les travaux publiés par nous sur l'anthracose pulmonaire d'origine intestinale et sur la pénétration des poussières minérales et des microbes à travers les parois du tube digestif, plusieurs savants, tant en France qu'à l'étranger, ont étudié le même sujet. Les uns (Cantacuzène) ont confirmé pleinement nos résultats; d'autres (Mironesco, Schültz, Remlinger, Basset, Küss et Lobstein) déclarent ne pas pouvoir souscrire aux conclusions que nous avions formulées.

Küss et Lebstein en particulier [1] affirment que l'anthracose pulmonaire ne relève jamais, ni en totalité ni même partiellement, d'une origine intestinale, qu'il s'agisse de l'anthracose spontanée dite physiologique ou des pneumoconioses pathologiques.

Les rapports étroits que présente cette question avec les idées antérieurement développées par l'un de nous, avec C. Guérin, sur la pathogénie de la tuberculose pulmonaire, nous ont obligés à multiplier nos expériences et nous poussent à revenir sur nos premières affirmations.

Rappelons tout d'abord que, longtemps avant nous, Oesterlein, Robin, Villaret, Mme Kleimann, etc. avaient démontré que les poussières introduites dans les voies digestives peuvent passer à travers la muqueuse intestinale et se répandre dans l'organisme. Les cliniciens admettaient d'autant mieux ce fait qu'il existe des observations d'anthracose hépatique et mésentérique dont l'origine ne saurait être aérienne.

(1) *Comptes rendus*, 19 novembre 1906 et *Bulletin médical*, 21 novembre 1906.

Certains de nos contradicteurs nous ont objecté que, lorsqu'on pratique le cathétérisme œsophagien chez le cobaye, on peut faire entrer les liquides dans la trachée.

D'autres (Cohn, Schültz) signalent comme une cause d'erreur possible la préexistence d'une anthracose normale chez les animaux conservés dans les laboratoires au voisinage de lampes ou de foyers fumeux.

D'autres enfin ont employé des animaux jeunes (lapins ou cobayes). Or nous avons démontré que, chez les jeunes mammifères, les ganglions mésentériques retiennent la plupart des poussières insolubles qui peuvent passer dans les voies lymphatiques : il est facile de constater ce fait, car sur les coupes, ces ganglions apparaissent gorgés de granulations noires.

Nous avons donc répété nos expériences en choisissant un lot de cobayes adultes, de 600g à 800g, maintenus depuis plusieurs semaines à l'abri des fumées dans un local chauffé à la vapeur et nous nous sommes assurés, en sacrifiant *un tiers* d'entre eux comme témoins, que leurs poumons et leurs ganglions étaient absolument indemnes.

Un autre tiers était soumis à des séances d'inhalation de durée variable, dans une chambre identique à celle utilisée par Küss et Lobstein, au-dessus d'une lampe garnie d'essence de térébenthine.

Le troisième tiers recevait, soit à la sonde œsophagienne, soit directement dans une anse intestinale après laparotomie, soit dans le péritoine, soit en mélange avec des aliments à l'état pâteux, des quantités d'*encre de Chine* variant de 5^{cm^3} à 20^{cm^3}.

Les animaux de la *seconde série* qui ont inhalé les fumées de térébenthine en une seule séance de 30 minutes à 1 heure, et que nous sacrifiions aussitôt par section du cou (ce qui est indispensable pour obvier aux effets de la déglutition consécutive et pour éviter la coloration rouge foncé des poumons asphyxiques), présentaient tous des amas plus ou moins volumineux de noir dans le pharynx et dans la trachée, jusqu'aux ramifications des grosses bronches. Lorsque la séance d'inhalation était prolongée plus longtemps, les particules de noir pénétraient jusque dans les alvéoles. Ces dernières, sur les coupes, se montrent tapissées de poussière. Mais jamais on ne retrouve de grains à la face interne de la plèvre, ni dans le parenchyme, *contrairement à ce qui existe toujours dans l'anthracose d'origine intestinale.*

Par contre, tous les animaux de notre *troisième série* avaient les poumons plus ou moins abondamment piquetés de noir sur toute leur surface. Ceux qui avaient reçu l'encre de Chine dans le péritoine ou dans une anse intestinale après laparotomie étaient les plus atteints. Ceux qui avaient ingéré le noir soit à la sonde, soit avec leurs aliments, présentaient aussi une

anthracose manifeste, sous forme de petites taches pigmentées plus ou moins abondantes sous la plèvre *viscérale*.

Nous nous sommes assurés, pour ces derniers, que le noir n'avait pas pu pénétrer dans les poumons, en faisant chaque fois des témoins qu'on sacrifiait immédiatement après leur repas ou après le cathétérisme œsophagien. En aucun cas, la moindre particule de noir ne se retrouvait dans la trachée.

Examinées au microscope, les lésions de nos animaux anthracosés par les voies digestives présentaient tout à fait l'aspect classique de l'anthracose physiologique : les grains colorés sont inclus dans de grosses cellules qui se localisent *sous la plèvre et dans les cloisons inter-alvéolaires*. Il n'en existe aucun dans les alvéoles ni dans les bronches.

Sur d'autres coupes d'intestin et de ganglions prélevés à des époques variables après l'ingestion du noir, nous avons pu suivre très exactement le passage des granulations colorées entre les cellules de la muqueuse intestinale et dans les ganglions mésentériques où elles ne sont retenues assez longtemps que chez les animaux jeunes. Nous avons ainsi pu nous rendre compte de leur trajet jusqu'au poumon.

En répétant nos expériences sur le lapin, nous avons constaté que le système ganglionnaire mésentérique de cet animal, même adulte, retient énergiquement les granulations de noir. Les ganglions en restent longtemps gorgés et l'anthracose pulmonaire est beaucoup plus difficile à obtenir que chez le cobaye. On parvient cependant à la réaliser fréquemment.

Indiquons enfin que les animaux *non sacrifiés*, soit après une séance d'inhalation, soit après un unique repas d'encre de Chine, éliminent en 48 heures à 3 jours tout le noir qui s'était accumulé dans leurs poumons.

Nous devons donc conclure :

1° Que les poussières colorées, de dimensions suffisamment fines, introduites dans les voies digestives, traversent la paroi intestinale et, chez le cobaye adulte, sont rapidement transportées par les voies lymphatiques et sanguines jusqu'au poumon qui les retient plus ou moins longtemps dans son parenchyme;

2° Que l'ingestion de ces poussières colorées provoque chez le cobaye, déjà 6 heures après, l'apparition de taches anthracosiques constituées par des dépôts de granulations noires, surtout abondantes sous la plèvre viscérale;

3° Que l'inhalation plus ou moins prolongée de ces mêmes poussières

peut entraîner leur accumulation dans le pharynx, les bronches et les alvéoles et produire des lésions anthracosiques différentes par leur aspect de celles que l'on obtient par l'ingestion;

4° Qu'en conséquence, *à côté de l'anthracose d'origine respiratoire et purement mécanique, dont nous n'avons jamais songé à nier l'existence, il faut admettre la réalité de l'anthracose physiologique d'origine intestinale.*

M. E.-L. **Bouvier** fait hommage à l'Académie d'une brochure intitulée : *Récoltes et conservation des Diptères.*

PRÉSENTATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui devra être présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique pour un poste d'Astronome titulaire, vacant à l'Observatoire de Paris.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du premier candidat, le nombre des votants étant 46 :

M. Renan	obtient.	43	suffrages
M. E. Fabry	»	3	»

Au deuxième tour de scrutin, destiné à la désignation du second candidat, le nombre des votants étant 44 :

M. E. Fabry réunit l'unanimité des suffrages.

En conséquence, la liste présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique comprendra :

En première ligne. . . . . M. **Renan**.
En seconde ligne. . . . . M. E. **Fabry**.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, l'Ouvrage suivant :

Notes on the life history of british flowering plants, by the right hon. Lord Avebury. (Présenté par M. Bonnier.)

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète 1906 h faites au grand équatorial de l'Observatoire de Bordeaux.* Note (¹) de M. ERNEST ESCLANGON.

Observations de la comète.

Dates. 1906.	Étoiles.	Temps sidéral de Bordeaux.	Δα.	Δ⅁.	Nombre de comparaisons.
		h m s	m s	′ ″	
Novembre 22.	*a*	3.14.31,1	−2.22,88	+ 6.58,6	24:6
» 23.	*b*	3. 6.40,5	−3.16,97	− 4.15,5	24:6

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1906,0.

Étoiles.	Autorités.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
a....	Cape Catalogue 1880, nº 1761	4. 5. 7,40	+3,08	93.49.15,2	−4,8
b....	Schjellerup 1865, nº 1317	4. 5.45,87	+3,08	94.10.55,5	−4,6

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1906.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Nov. 22.....	11.10.25,9	4. 2.47,60	−0,104	93.56. 9,1	−0,824
» 23.....	10.58.40,6	4. 2.31,98	−0,101	94. 6.35,3	−0,824

La comète présente l'aspect d'une nébulosité uniforme de 30″ de diamètre sans noyau apparent.

Dans la soirée du 22 novembre et à l'occasion de l'observation de la comète, j'ai aperçu, au voisinage de l'étoile de comparaison désignée par la lettre *a* dans le Tableau précédent, deux nébulosités de grandeur 12,0. La première était très allongée (30″ environ) et la deuxième était circulaire. J'ai montré ces nébulosités à M. Godard, assistant, qui les a distinguées parfaitement. J'ai fait sur elles une vingtaine de pointés, tant en déclinaison qu'en ascension droite. En désignant par α et δ les coordonnées de l'étoile *a*, celles des nébulosités en question étaient à minuit :

Nébulosité I......................	$\alpha - 6^s,8$	$\delta + 5''$
Nébulosité II......................	$\alpha - 4^s,7$	$\delta - 2',21''$

Les pointés qui sont concordants ont été espacés sur un intervalle de 2 heures de

(¹) Présentée dans la séance du 26 novembre.

temps. La nébulosité I n'a pas révélé de marche sensible, la nébulosité II semble avoir marché de $+1^s$ en α et de $-12''$ en δ. Le lendemain 23 novembre, par un ciel très beau, ces nébulosités avaient disparu et je n'ai pu les retrouver. Correspondaient-elles à une réalité ou bien étaient-elles dues à une interposition passagère d'eau entre les verres de l'objectif? La question pourrait être tranchée si d'autres observateurs, opérant dans la même soirée avec des instruments de plus grande ou de même puissance et ayant choisi la même étoile de comparaison, avaient aperçu les nébulosités en question.

ASTRONOMIE. — *Observations des comètes Thiele et Metcalf* (*g* et *h* 1906) *faites à l'Observatoire d'Alger, à l'équatorial coudé de* $0^m,318$; par MM. **Rambaud** et **Sy**.

Dates. 1906.	Temps moyen d'Alger.	Comètes.	Δα.	Δδ.	Nombre de compar.	Étoiles.	Obs^rs.
	h m s		m s	′ ″			
Nov. 13.......	14.41. 2	*g*	+0.13,61	+ 5.42,5	7: 6	1	R
» 14.......	17. 1.38	*g*	−1.11,85	− 0.29,3	11:10	2	S
» 14.......	17.12.43	*g*	−1. 9,71	+ 0. 6,1	12:10	2	R
» 16.......	14.58.32	*g*	−0. 3,86	+ 7.17,2	12:12	3	R
» 16.......	15.10.54	*g*	−0. 1,63	+ 8. 0,6	12:10	3	S
» 19.......	16. 8.12	*h*	+0.36,74	−10. 1,6	8:10	4	R
» 19.......	16.18.46	*h*	+0.37,00	−10. 6,8	10:10	4	S
» 19.......	16.51.26	*g*	−2.43,96	− 1.49,2	12: 8	5	S
» 19.......	17. 8. 4	*g*	−2.40,31	− 0.43,6	9: 8	5	R
» 20.......	14.34.28	*h*	−1.55,47	+13.20,6	15:10	6	R
» 20.......	14.58.49	*h*	−1.55,67	+13. 8,1	13:10	6	S
» 20.......	15.39.20	*g*	−2.51,00	− 0.39,0	12: 8	7	S
» 20.......	15.58.12	*g*	−2.46,37	+ 0.25,4	12: 8	7	R

Positions des étoiles de comparaison pour 1906,0.

Étoiles.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne.	Réduction au jour.	Autorités.
	h m s	s	° ′ ″	″	
1..	9.28.42,75	+1,79	+15.54.45,2	−12,8	A.G. Berlin A, n° 3151
2..	9.35.13,57	+1,79	+17.23.50,1	−13,6	A.G. Id., n° 3888
3..	9.43.20,89	+1,80	+19.45. 9,9	−14,8	A.G. Id., n° 3930
4..	4. 2.48,81	+3,06	− 3.14.52,2	+ 5,2	A.G. Strasbourg, n° 1032
5..	10. 1.54,44	+1,77	+24. 3.50,7	−17,0	AG. Berlin B, n° 3933
6..	4. 5. 7,32	+3,06	− 3.49.14,0	+ 5,0	A.G. Strasbourg, n° 1047
7..	10. 7.12,65	+1,76	+25.21.32,4	−17,6	A.G. Cambridge, n° 5249

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1906.	Comètes.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
		h m s			
Nov. 13...........	*g*	9.28.58,15	$\bar{1}$,572$_n$	+16°. 0'.14",9	0,578
» 14.........	*g*	9.34. 3,51	$\bar{1}$,098$_n$	+17.23. 7,2	0,472
» 14.........	*g*	9.34. 5,65	$\bar{1}$,010$_n$	+17.23.42,6	0,468
» 16.........	*g*	9.43.18,83	$\bar{1}$,556$_n$	+19.52.12,3	0,514
» 16.........	*g*	9.43.21,06	$\bar{1}$,532$_n$	+19.52.55,7	0,501
» 19.........	*h*	4. 3.28,61	$\bar{1}$,607	— 3.24.48,6	0,736
» 19.........	*h*	4. 3.28,87	$\bar{1}$,620	— 3.24.53,8	0,731
» 19.........	*g*	9.59.12,25	$\bar{1}$,217$_n$	+24. 1.44,5	0,315
» 19.........	*g*	9.59.15,90	$\bar{1}$,110$_n$	+24. 2.50,1	0,269
» 20.........	*h*	4. 3.14,91	$\bar{1}$,453	— 3.35.48,4	0,747
» 20.........	*h*	4. 3.14,71	$\bar{1}$,508	— 3 36. 0,9	0,745
» 20.........	*g*	10. 4.23,41	$\bar{1}$,496$_n$	+25.20.35,8	0,367
» 20.........	*g*	10. 4.28,04	$\bar{1}$,444$_n$	+25.21.40,2	0,339

13 *nov.* — Le ciel brumeux se couvre pendant les observations de la comète *g*.

14 *nov.* — La nébulosité de la comète paraît ronde avec un diamètre d'environ 3'; condensation centrale dont l'éclat est comparable à celui d'une étoile de 10ᵉ grandeur.

20 *nov.* — Ciel très beau, images excellentes. La comète *h* est très faible, la nébulosité est de forme irrégulière; condensation très apparente dont l'éclat est comparable à celui d'une étoile de 12ᵉ grandeur.

La nébulosité de la comète *g* paraît s'allonger suivant la direction dont l'angle de position est d'environ 45°.

ASTRONOMIE. — *Observation de la comète Metcalf* (1906 *h*) *faite à l'équatorial coudé de l'Observatoire de Lyon.* Note de M. **J. Guillaume**, présentée par M. Lœwy.

Date. 1906.	Étoile de comparaison.	☄ — ★ Δα.	☄ — ★ Δδ.	Nombre de comparaisons.
		m s	' "	
Nov. 20....	*a*.BD—3°,686	+0. 7,18	+6. 7,6	12:12

Positions des étoiles de comparaison pour 1906,0.

Étoiles.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne.	Réduction au jour.	Autorités.
	h m s	s	° ' "	"	
a.......	4. 3. 6,45	+1,86	— 3.41. 5,4	+ 5,1	Rapportée à *b*
b.......	4. 3.52,67	»	— 3.48.22,7	»	AG. Strasbourg, 1038

Position apparente de la comète.

Date. 1906.	Temps moyen de Lyon.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
Nov. 20.	12h41m27s	4h 3m15s,49	+8,791	— 3°34′52″,7	+0,822

Remarque. — La comète a l'aspect d'une nébulosité circulaire d'environ 30″ de diamètre, avec condensation centrale et apparence d'un petit noyau; l'éclat total est de 11e grandeur.

ARITHMÉTIQUE. — *Sur certains nombres transcendants.* Note de M. **Edmond Maillet**, présentée par M. Jordan.

Soit I une irrationnelle limite de la suite de fractions rationnelles

$$I_1 = P_1 Q_1^{-1}, \quad \ldots, \quad I_n = P_n Q_n^{-1}, \quad \ldots$$

(Q_n réel $\geqq Q_{n-1}$, lim. $Q_n = \infty$ pour $n = \infty$, $P_n = A_n + B_n i$; A_n, B_n entiers réels), et

$$(1) \qquad |I - I_n| = Q_n^{-\varphi_n} \neq 0,$$

φ_n étant plus grand que tout nombre donné α pour une infinité de valeurs de n. Par définition, I est un nombre de Liouville; I est transcendant.

Je suppose (1)

$$(2) \qquad \varphi_{n_1} \geqq Q_{n_1}^{\beta_{n_1}}$$

pour une infinité de valeurs n_1 de n, β_{n_1} étant plus grand que toute quantité donnée β pour une infinité de valeurs de n_1. Alors :

I. Soient $a_1, a_2, \ldots, a_\mu$ des nombres rationnels positifs quelconques $\neq 1$, $I^{(1)}, I^{(2)}, \ldots, I^{(\nu)}$ des nombres de Liouville positifs quelconques fonctions rationnelles, à coefficients entiers réels, du nombre réel I de Liouville satisfaisant à (2). Soit encore un polynome ψ à coefficients entiers positifs formé avec les nombres $I^{(j)}$, $a_k^{I^{(j)}}$, ${I^{(j)}}^{I^{(k)}}$, ${I^{(j)}}^{a_k}$. Si la fonction $\Psi(x)$, obtenue en remplaçant I par x dans ψ, dépend de x, ψ est un nombre transcendant.

(1) Soient I réel > 0, et $c_0 + 1 : c_1 + \ldots + 1 : c_n + \ldots$ son développement en fraction continue arithmétique (les c_n entiers > 0). On sait que (2) ne peut être en défaut, quand les I_n sont les réduites de I, que si la rapidité de croissance des c_n est limitée supérieurement en fonction de n (c'est-à-dire si l'ordre de I est limité).

Ce théorème comprend divers corollaires que j'ai déjà en partie indiqués :

II. Quand $a > 0$ et $\neq 1$, a^I, a^{-1}, $a^I + a^{-1}$, I^I sont transcendants.

III. Le logarithme d'un nombre rationnel ou algébrique réel > 1, dans le système de base a rationnelle > 1, ne peut être un nombre I satisfaisant à (2). Par suite son développement en fraction continue arithmétique a son ordre (autrement dit, la rapidité de croissance de ses quotients incomplets) limité.

IV. Il en est de même pour la racine positive de l'équation $x^x = m$, où m est algébrique > 1.

On peut définir des ensembles de nombres de Liouville satisfaisant à (2), dont chacun forme un groupe par rapport aux quatre opérations fondamentales de l'arithmétique, et tels que le résultat I reste vrai, moyennant certaines restrictions (les a_k et les $I^{(j)} > 1$), quand les $I^{(j)}$ appartiennent à un même ensemble.

On démontre aussi, pour ces ensembles ou d'autres plus généraux, l'impossibilité d'une identité de la forme

$$\sum_0^\nu J^{(k)} e^{I^{(k)}} = 0,$$

où les $J^{(k)}$ et les $I^{(k)}$ sont des nombres d'un même ensemble (les $J^{(k)} \neq 0$, les $I^{(k)}$ distincts). En observant que ces ensembles contiennent les fractions rationnelles à coefficients entiers formés avec un nombre de l'ensemble, on obtient un énoncé et divers corollaires que j'ai indiqués, au moins en partie, ailleurs.

Les résultats contenus dans la présente Note feront l'objet d'un Mémoire plus détaillé.

GÉOMÉTRIE. — *Remarques sur la recherche des surfaces isothermiques.* Note de M. L. Raffy.

M. Rudolf Rothe ayant rappelé dans une Note récente (*Comptes rendus*, 15 octobre 1906) l'équation dont il a fait dépendre la recherche des surfaces isothermiques, je vais comparer cette équation avec celle que j'emploie pour le même problème (*Comptes rendus*, 26 juin 1905; *Annales de l'École Normale*, 1906).

1. M. Rothe considère (*Inaugural Dissertation*, Berlin, 1897) une surface isothermique, rapportée à ses lignes de courbure ($u = \text{const.}$, $v = \text{const.}$); il représente son élément linéaire par $w^{-2}(du^2 + dv^2)$ et ses courbures principales par r_1 et r_2. Il introduit ensuite la fonction auxiliaire $R = (r_1 + r_2)w^{-1}$ et prouve (p. 23) que cette fonction vérifie l'équation du quatrième ordre

$$\text{(D)} \qquad \mathcal{S}\left(R\Delta \log R + \frac{R^3}{4}\right) = \mathcal{S}\left(\frac{1}{R}\right),$$

où les symboles $\mathcal{S}$ et Δ ont les significations suivantes :

$$\mathcal{S}(\theta) = \frac{1}{\theta}\frac{\partial^2 \theta}{\partial u\, \partial v}, \qquad \Delta = \frac{\partial^2}{\partial u^2} + \frac{\partial^2}{\partial v^2}.$$

M. Rothe ne précise pas le détail des opérations que l'on devra faire, connaissant une solution de l'équation (D), pour déterminer les surfaces correspondantes. Il indique (p. 24) que la fonction $R' = (r_1 - r_2)w^{-1}$ vérifie aussi l'équation (D).

Par une méthode tout à fait différente de celle de M. Rothe, M. Calapsò (*Rendiconti di Palermo*, 1903) a obtenu pour la fonction R (et aussi pour la fonction R′) l'équation

$$\text{(C)} \qquad \Delta \mathcal{S}(R) + \frac{1}{2}\frac{\partial^2 (R^2)}{\partial u\, \partial v} = 0,$$

qui n'est qu'une autre forme de l'équation (D) et qui, d'ailleurs, résulte immédiatement des deux relations

$$\mathcal{S}(R) = h, \qquad \frac{\partial R}{\partial u}\frac{\partial R}{\partial v} + hR^2 + \Delta h = 0, \qquad \left(h = \frac{w''_{uv}}{w}\right)$$

établies (p. 18) par M. Rothe. L'analyse de M. Calapsò montre que, connaissant une solution de l'équation (C), on devra, pour déterminer *intrinséquement* les surfaces correspondantes, intégrer un système complet dont l'intégrale générale dépend *de cinq constantes arbitraires;* pour obtenir les expressions des coordonnées, il reste encore, comme on sait, à intégrer deux équations de Riccati.

2. Dans les travaux précités, j'emploie l'équation de Bonnet que vérifie toute coordonnée isotrope ξ d'une surface d'élément linéaire $4\varphi^2\, d\alpha\, d\beta$. Les dérivées de ξ étant désignées par p, q, r, s, t, cette équation s'écrit

$$(1) \qquad (rt - s^2)\varphi - 2tp\varphi'_\alpha - 2rq\varphi'_\beta + 4pq\varphi''_{\alpha\beta} = 0;$$

quand on en connaît une solution (ξ, φ), la surface correspondante s'obtient par des quadratures. A cette équation qui est, relativement à la fonction φ, une *équation de Laplace* d'invariants h et k, j'associe la condition d'isothermie

$$(2) \qquad \frac{1}{A_0(\alpha)} \frac{\partial}{\partial\alpha}\left(\frac{p}{\varphi^2}\right) = \frac{1}{B_0(\beta)} \frac{\partial}{\partial\beta}\left(\frac{q}{\varphi^2}\right)$$

et j'élimine φ. J'obtiens ainsi pour ξ une équation du quatrième ordre, qu'on peut mettre sous la forme très simple

$$(F) \qquad q\frac{\partial}{\partial\alpha}\left(\frac{pk}{A_0 q}\right) - p\frac{\partial}{\partial\beta}\left(\frac{qh}{B_0 p}\right) = 0.$$

A toute solution (ξ, A_0, B_0) de cette équation correspond un système complètement intégrable formé par les équations (1), (2) et les deux dérivées premières de l'équation (2); l'intégrale générale φ de ce système est une *fonction linéaire et homogène de deux constantes arbitraires;* elle s'obtient par quadrature (Mémoire cité, p. 405) dès que l'on connaît une valeur particulière de φ.

3. La différence des opérations qu'il reste à effectuer, suivant que l'on possède une solution de l'équation (D) ou une solution de l'équation (F), s'explique quand on exprime R et R' en fonction de ξ; on trouve, en effet,

$$(4) \qquad R' = \frac{4i}{\sqrt[4]{A_0 B_0}} \sqrt{\frac{s^2}{4pq}} = \frac{4i\sqrt{\tau}}{\sqrt[4]{A_0 B_0}}, \qquad R = \frac{4i\sqrt{\tau'}}{\sqrt[4]{A_0 B_0}},$$

en désignant par τ' ce que devient l'invariant τ dans la transformation de Bour-Christoffel. D'après les formules de passage

$$(5) \qquad \sqrt{A_0}\,d\alpha + \sqrt{B_0}\,d\beta = 2\,du, \qquad \sqrt{A_0}\,d\alpha - \sqrt{B_0}\,d\beta = 2i\,dv,$$

l'expression de R' devient

$$R' = 2i\left(\frac{\partial^2\xi}{\partial u^2} + \frac{\partial^2\xi}{\partial v^2}\right)\left[\left(\frac{\partial\xi}{\partial u}\right)^2 + \left(\frac{\partial\xi}{\partial v}\right)^2\right]^{-\frac{1}{2}}.$$

En conséquence, l'équation de M. Rothe *est une équation du sixième ordre pour la fonction* ξ; or, il va sans dire que l'équation (F) reste *du quatrième ordre* quand on y fait le changement de variables (5), avec ou sans la supposition facultative $A_0 = B_0 = 1$.

4. Il n'est pas sans intérêt de chercher ce que devient dans notre système de notations l'équation (C) de M. Calapso. J'y remplace R par R'

et R′ par son expression (4); puis j'effectue le changement de variables (5) et je trouve, tous calculs faits,

$$(6)\quad \left\{\begin{aligned}&\frac{1}{A_0}\frac{\partial}{\partial\alpha}\left(\tau_1\frac{\partial\log\tau\tau_1}{\partial\alpha}\right)+\left(\frac{1}{A_0}\right)'\tau_1\frac{\partial}{\partial\alpha}\log\tau\tau_1^2+\left(\frac{1}{A_0}\right)''\tau_1\\&-\frac{1}{B_0}\frac{\partial}{\partial\beta}\left(\tau_1\frac{\partial\log\tau\tau_1}{\partial\beta}\right)-\left(\frac{1}{B_0}\right)'\tau_1\frac{\partial}{\partial\beta}\log\tau\tau_1^2-\left(\frac{1}{B_0}\right)''\tau_1=0,\end{aligned}\right.$$

ou, sous forme plus condensée,

$$(6)'\qquad \frac{\partial}{\partial\alpha}\left(\frac{1}{\tau}\frac{\partial}{\partial\alpha}\frac{\tau\tau_1}{A_0}\right)-\frac{\partial}{\partial\beta}\left(\frac{1}{\tau}\frac{\partial}{\partial\beta}\frac{\tau\tau_1}{B_0}\right)=0,\qquad \tau_1=\tau-\frac{\partial^2\log\sqrt{\tau}}{\partial\alpha\,\partial\beta}.$$

Cette équation appellerait bien des remarques. Disons seulement qu'elle conduit à chercher les surfaces pour lesquelles τ_1 est nul (voir Mémoire précité), les surfaces de révolution et certaines surfaces à neuf constantes arbitraires qu'on définit intrinsèquement en prenant $\tau=m(\alpha+\beta)^{-2}$; on est alors amené, quelle que soit la constante $m\neq 1$, à une équation aux fonctions mêlées traitée par M. Darboux (*Théorie des surfaces*, t. II, p. 210).

5. L'équation (F) suffisant à caractériser les surfaces isothermiques, il est certain *a priori* que l'équation (6) doit pouvoir s'en déduire. Voici comment on vérifiera qu'il en est bien ainsi : désignant par Φ le premier membre de l'équation (F), qu'on forme la combinaison

$$\begin{aligned}&\left[\left(\frac{s}{p}\right)'_\alpha+\left(\frac{s}{q}\right)'_\beta\right]\frac{\Phi}{s}+\frac{s}{p}\frac{\partial}{\partial\alpha}\frac{\Phi}{s}+\frac{s}{q}\frac{\partial}{\partial\beta}\frac{\Phi}{s}+2\frac{\partial^2}{\partial\alpha\,\partial\beta}\frac{\Phi}{s}\\&\quad=\frac{\partial}{\partial\alpha}\left(\frac{1}{p}\frac{\partial}{\partial\beta}\frac{p\Phi}{s}\right)+\frac{\partial}{\partial\beta}\left(\frac{1}{q}\frac{\partial}{\partial\alpha}\frac{q\Phi}{s}\right);\end{aligned}$$

après des calculs assez longs, on retrouvera, terme pour terme, le premier membre de l'équation (6), ce qui prouve que l'équation de M. Rothe est une conséquence de notre équation (F).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les points critiques des fonctions inverses.* Note de M. **A. Hurwitz**, présentée par M. Émile Picard.

Soit $s=f(z)$ une fonction uniforme, méromorphe dans tout le plan excepté au point à l'infini qui est un point singulier essentiel de la fonction. D'après un théorème classique de M. Picard la fonction inverse $z=g(s)$ de la fonction $f(z)$ a une infinité de déterminations pour un argument s donné, sauf peut-être pour une ou deux valeurs exceptionnelles de s.

Comment déterminer les points critiques de la fonction multiforme $g(s)$? C'est une question importante pour beaucoup de recherches et qui n'a pas encore reçu à ma connaissance une réponse satisfaisante. Dans les lignes qui suivent je me propose de donner l'énoncé d'un théorème qui caractérise les points critiques de $g(s)$ d'une manière générale.

D'après un théorème de Weierstrass, qui n'est d'ailleurs qu'un simple corollaire du théorème cité de M. Picard, on peut faire tendre z vers l'infini de telle sorte que $f(z)$ tende vers une valeur arbitrairement donnée. Mais il n'en est plus ainsi lorsque l'on impose la condition que z doit tendre vers l'infini d'une *manière continue*. Je veux dire ceci : si l'on fait

$$z = \varphi(\tau) + i\psi(\tau),$$

$\varphi(\tau)$ et $\psi(\tau)$ étant des fonctions réelles de la variable réelle τ, continues pour $a \leqq \tau < b$ et telles que $\lim\limits_{\tau=b}[\varphi(\tau)+i\psi(\tau)] = \infty$, il se peut que $\lim\limits_{\tau=b} f(z)$ ait une valeur finie et déterminée.

Mais on ne peut pas, en général, déterminer $\varphi(\tau)$ et $\psi(\tau)$ de telle sorte que cette valeur limite de $f(z)$ coïncide avec une valeur arbitrairement donnée. Maintenant désignons les valeurs limites de $f(z)$ qui peuvent être obtenues de la manière indiquée par le symbole $\lim\limits_{\infty} f(z)$; désignons, en outre, par z_ν les zéros de $f'(z)$. On a le théorème suivant :

Les points critiques à distance finie de la fonction inverse $z = g(s)$ sont les points

$$s = f(z_\nu) \qquad \text{et} \qquad s = \lim_{\infty} f(z).$$

L'exemple le plus simple est fourni par la fonction $s = e^z$. Pour cette fonction, il n'existe aucun point z_ν et la seule valeur $\lim\limits_{\infty} e^z$ est zéro. Donc, la fonction inverse $z = \log s$ n'a que le point critique $s = 0$. Pour la fonction $s = ze^{-z}$, il y a un seul point $z_\nu = 1$ et une seule valeur $\lim\limits_{\infty} ze^{-z} = 0$. Donc, la fonction inverse de ze^{-z} n'a que les points critiques $s = \frac{1}{e}$ et $s = 0$. En appliquant notre théorème à l'équation de Kepler

$$s = \frac{z-a}{\sin z},$$

on trouve que la solution z de cette équation considérée comme fonction

de s n'admet que les points critiques

$$s = 0 \qquad \text{et} \qquad s = \frac{1}{\cos z_\nu},$$

z_ν prenant les valeurs satisfaisant à l'équation $\tang z = z - a$.

Un autre exemple intéressant est donné par l'intégrale

$$s = \int_0^z e^{-z^2} dz = z - \frac{z^3}{3} + \ldots.$$

Comme $\frac{ds}{dz} = e^{-z^2}$, il n'y a pas de points z_ν. Parmi les valeurs

$$\operatorname{Lim}_{\infty} \int_0^z e^{-z^2} dz,$$

il y a évidemment les valeurs $\frac{1}{2}\sqrt{\pi}$ et $-\frac{1}{2}\sqrt{\pi}$; par conséquent, les points $s = \pm \frac{1}{2}\sqrt{\pi}$ sont des points critiques de la fonction inverse de l'intégrale considérée. Probablement, il n'y en a pas d'autres; mais je n'ai pas encore réussi à le démontrer d'une manière rigoureuse.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions périodiques.* Note (1) de M. P. **Cousin**, présentée par M. Appell.

Les fonctions méromorphes de trois variables complexes qui admettent les quatre systèmes de périodes $2i\pi$, 0, 0; 0, $2i\pi$, 0; 0, 0, $2i\pi$; α, β, γ sont des quotients de fonctions entières satisfaisant aux équations suivantes :

$$\begin{aligned}
f(x + 2i\pi, y, z) &= f(x, y, z),\\
f(x, y + 2i\pi, z) &= e^{m_{2,1}x} f(x, y, z),\\
f(x, y, z + 2i\pi) &= e^{m_{3,1}x + m_{3,2}y} f(x, y, z),\\
f(x + \alpha, y + \beta, z + \gamma) &= e^{L(x,y,z) + g(x,y,z)} f(x, y, z),
\end{aligned}$$

dans lesquelles

$$L(x, y, z) = m_{4,1}x + \left(\frac{m_{2,1}\alpha}{2i\pi} + m_{4,2}\right)y + \left(\frac{m_{3,1}\alpha + m_{3,2}\beta}{2i\pi} + m_{4,3}\right)z,$$

(1) Présentée dans la séance du 26 novembre,

$m_{2,1}, m_{3,1}, m_{3,2}, m_{4,1}, m_{4,2}, m_{4,3}$ étant six entiers et $g(x, y, z)$ une fonction entière de x, y, z admettant la période $2i\pi$ relativement à chacune des variables. Nous mettons en évidence les parties réelles et les parties imaginaires de α, β, γ en posant

$$\alpha = \lambda_1 + i\mu_1, \qquad \beta = \lambda_2 + i\mu_2, \qquad \gamma = \lambda_3 + i\mu_3.$$

Il y a entre les λ, les μ et les m une condition d'inégalité nécessaire à laquelle on parvient de la façon suivante.

Par le changement de variables suivant ($\lambda_1 \neq 0$) :

$$x = \frac{\lambda_1}{2i\pi}X, \qquad y = \frac{\lambda_2}{2i\pi}X + Y; \qquad z = \frac{\lambda_3}{2i\pi}X + Z,$$

les quatre systèmes de périodes précédents deviennent les quatre suivants :

$$\begin{array}{ccc} \omega, & i\beta, & i\gamma, \\ 0, & 2i\pi, & 0, \\ 0, & 0, & 2i\pi, \\ \omega', & i\beta', & i\gamma' \end{array}$$

avec

$$\omega = -\frac{4\pi^2}{\lambda_1}; \qquad \omega' = 2i\pi - 2\pi\frac{\mu_1}{\lambda_1}; \qquad \beta = -2\pi\frac{\lambda_2}{\lambda_1}; \qquad \gamma = -2\pi\frac{\lambda_3}{\lambda_1};$$
$$\beta' = \frac{\lambda_1\mu_2 - \lambda_2\mu_1}{\lambda_1}; \qquad \gamma' = \frac{\lambda_1\mu_3 - \lambda_3\mu_1}{\lambda_1}.$$

En outre, en suivant l'analyse que j'ai indiquée dans mon Mémoire *Sur les fonctions périodiques* (*Annales de l'École Normale supérieure*, t. XIX, 3e série, p. 30 à 39), on peut remplacer la fonction $f(x, y, z)$ par la fonction entière $\Phi(X, Y, Z)$ qui satisfait aux relations suivantes :

$$\begin{aligned} \Phi(X, Y + 2i\pi, Z) &= \Phi(X, Y, Z), \\ \Phi(X, Y, Z + 2i\pi) &= e^{aY}\Phi(X, Y, Z), \\ \Phi(X + \omega, Y + i\beta, Z + i\gamma) &= e^{bY + cZ + h_1(Y, Z)}\Phi(X, Y, Z), \\ \Phi(X + \omega', Y + i\beta', Z + i\gamma') &= e^{a'X + b'Y + c'Z + h_2(Y, Z)}\Phi(X, Y, Z), \end{aligned}$$

$h_1(Y, Z)$ et $h_2(Y, Z)$ sont les fonctions entières de Y et de Z; a, b, c, a', b', c' sont des constantes; la constante a' est égale à $\frac{-iA}{4\pi^2}$ en posant

$$\begin{aligned} A = {} & 2m_{4,1}\pi\lambda_1 + 2m_{4,2}\pi\lambda_2 + 2m_{4,3}\lambda_3 + m_{3,2}(\lambda_3\mu_2 - \lambda_2\mu_3) \\ & + m_{2,1}(\lambda_2\mu_1 - \lambda_1\mu_2) + m_{3,1}(\lambda_3\mu_1 - \lambda_1\mu_3). \end{aligned}$$

Cette valeur de A est, nous allons le montrer, nécessairement positive.

Soit $\Psi(X, Y, Z)$ la dérivée partielle logarithmique prise par rapport à X de $\Phi(X, Y, Z)$.

Si l'on attribue à Y et Z des valeurs quelconques, mais fixes, le nombre des zéros de $\Phi(X, Y, Z)$ situés à l'intérieur d'un parallélogramme construit dans le plan de la variable X sur les deux segments $p\omega$, $q\omega'$ (p et q étant des entiers positifs) menés à partir d'un point X_0, sera donné par l'intégrale

$$N_{pq} = \frac{1}{2i\pi}\int \Psi(X, Y, Z)\,dX,$$

prise le long du parallélogramme dans le sens direct.

On peut démontrer, en se servant des formules écrites ci-dessus, que N_{pq} est donné par la formule

$$\pm N_{pq} = pq\left(\frac{B}{2q\pi} + \frac{C}{2p\pi} - \frac{A}{2\pi\lambda_1}\right)$$

dans laquelle B et C ont des modules inférieurs à un nombre positif M indépendant de p et q; le signe à prendre devant N_{pq} étant + si $\lambda_1 < 0$ et − si $\lambda_1 > 0$. Si p et q augmentent *tous deux* indéfiniment, le quotient $\frac{N_{pq}}{pq}$, essentiellement positif, a pour limite $-\frac{A}{2\pi\lambda_1}$ si $\lambda_1 < 0$ et $\frac{A}{2\pi\lambda_1}$ si $\lambda_1 > 0$. Donc A ne peut pas être négatif.

Il ne peut pas être nul si la fonction $\Phi(X, Y, Z)$ s'annule et s'il n'existe pas de relation de réduction entre les périodes; car j'ai montré (*loc. cit.*) que, dans ce cas, on peut construire un réseau de parallélogrammes de dimensions $p_1\omega$, $q_1\omega'$ tel qu'il y ait au moins un zéro de $\Phi(X, Y, Z)$ dans chacun des parallélogrammes.

Remarquons enfin que $\left|\frac{A}{2\pi\lambda_1}\right|$ peut être appelé le *nombre moyen* de zéros par parallélogramme des périodes ω et ω' dans tout le plan de la variable X et que ce nombre (généralement incommensurable) est indépendant de Y et Z. Les considérations précédentes s'étendent immédiatement à un nombre quelconque de variables.

PHYSIQUE. — *Diffusion des solutions de* $CuSO^4$ *dans la gélatine.* Note de M. **Yegounow** (¹).

Les formules que j'ai données dans la Note précédente (²) permettent de déterminer avec une grande précision la valeur de la constante a pour les solutions de toute concentration; cela se rapporte surtout aux cas où l'espace parcouru h par la substance diffusante peut, par exemple, être déterminé d'une manière très précise, d'après la coloration, en contrôlant l'opération par un réactif, comme par exemple pour la solution de $CuSO^4$ par le ferrocyanure de potassium.

Bien que $CuSO^4$ donne avec la gélatine certaines combinaisons, dont on peut juger d'après les indices physiques (³), son mouvement suit rigoureusement la loi de Stefan $h = a\sqrt{t}$; seule change la valeur de $c = \frac{k}{a^2}$, qui, à 10° C. dans la gélatine à 10 pour 100 pour la solution normale de $CuSO^4$, est égale à 0,10 au lieu de 0,056, ce qui modifie dans une certaine mesure les autres grandeurs dans l'équation

$$M = 10p\,2^{b-\frac{y}{m}} \tag{1}$$

donnée déjà dans la Note précédente (M, poids moléculaire; p, teneur en pour 100; m, différence entre deux valeurs de $y(a^2)$ avec le dédoublement de la concentration dans les limites $\frac{1}{1} - \frac{1}{32}$N, et $b = \frac{a_1^2}{m}$, où a_1 est une constante de la solution normale).

Les valeurs de a en millimètres pour $CuSO^4$, obtenues par expérience (⁴) à 10° C. dans de la gélatine pure à 10 pour 100, sont données dans le Tableau (I, a^2 et a).

		$\frac{1}{1}$N.	$\frac{1}{2}$.	$\frac{1}{4}$.	$\frac{1}{5}$.	$\frac{1}{8}$.	$\frac{1}{10}$.	$\frac{1}{16}$.	$\frac{1}{20}$.	$\frac{1}{25}$.	$\frac{1}{32}$.	$\frac{1}{50}$.	$\frac{1}{64}$.	$\frac{1}{100}$.	$\frac{1}{200}$N.
I.	$y(=a^2)$.	2,01	1,69	1,41	1,28	(1,09)	1,0	(0,81)	0,74	0,69	(0,58)	0,462	»	0,325	0,212
	a_{mm}....	14,2	13,0	11,88	11,3	»	10,0	»	8,62	8,3	»	6,8	»	5,7	4,6
II.	y.......	2,01	1,71	1,41	1,31	1,11	1,01	0,81	0,723	0,648	0,573	0,458	0,405	0,324	0,228
	a.......	14,2	13,1	11,9	11,45	10,5	10,0	9,0	8,5	8,05	7,56	6,77	6,37	5,68	4,79

(¹) Présentée dans la séance du 26 novembre.

(²) *Comptes rendus*, 23 avril 1906.

(³) 1° Élévation considérable du point de fusion; 2° coloration plus intense que celle de $CuSO^4$ même, ce qui a lieu d'après mes observations depuis $\frac{1}{24}$, et au-dessous, de la solution normale (N); 3° différence de coloration de la gélatine et de $CuSO^4$.

(⁴) Les chiffres mis entre parenthèses ont été trouvés graphiquement.

Il suit de l'équation (1) que

$$\frac{M 2^{\frac{y}{m}}}{p} = 10.2^b = 10C. \tag{2}$$

C'est généralement une constante pour toute substance. D'où

$$y = \frac{m}{\log 2} \log\left(\frac{C.10p}{M}\right). \tag{3}$$

On voit, d'après le Tableau précédent, que $m = 03$;

$$b = \frac{2,01}{0,3} 6,7;$$

d'où

$$C = 104, \qquad M = 159;$$

par conséquent,

$$y = \frac{0,3}{0,301} \log\left(\frac{104.10p}{159}\right) = 0,997 \log\left(\frac{1040p}{159}\right).$$

Substituant à p — les valeurs correspondantes, nous obtenons les valeurs de y et de a, données à la troisième et quatrième ligne de $\frac{1}{1}$ à $\frac{1}{16}$ N (II, a^2, a). On trouve 0,51 au lieu de 0,58 pour $\frac{1}{32}$ N; c'est pourquoi il est préférable de calculer les autres valeurs de a d'après l'ordonnée $\frac{1}{16}$ N($y_1 = 0,81$). Pour $CuSO^4$ ce calcul s'effectue avec une grande précision, en traitant la partie de la courbe entre $\frac{1}{19}$ et 0 comme une *parabole,* partant :

$$y = y_1\sqrt{\frac{x}{x_1}}, \tag{4}$$

où y_1 et x_1 sont des coordonnées de $\frac{1}{n}$N, d'où $x_1 = \frac{1}{n}$. Dans ce cas $y_1 = 0,81$ et $x_1 = \frac{1}{16}$; par conséquent, $y = 0,81\sqrt{16x}$; attribuant à x la valeur de $\frac{1}{20}$, $\frac{1}{25}$, etc., jusqu'à $\frac{1}{200}$, on obtient les valeurs de y et a entre $\frac{1}{16}$ et $\frac{1}{100}$ N indiquées dans le Tableau.

Pour $\frac{1}{8}$ N, on obtient $y = 1,14$, ce qui indique que l'on peut se servir également de $\frac{1}{8}$ N. Comme on le voit sur le Tableau, le calcul d'après (3) et (4) donne des résultats *très précis* pour des limites très étendues : $\frac{1}{1}$ à $\frac{1}{200}$ N.

Pour NaCl ($m = 2,6$) (¹); pour NH^4Cl ($m = 3,13$), $b = 6$; d'où $C = 64$; l'équation (3) donne pour $\frac{1}{25}$ N : $a = 18,8$ et 20,6 au lieu de $19^{mm},7$ et $21^{mm},7$.

Dès lors le calcul se fait d'après l'équation de la droite

$$y = y_1\frac{x}{x_1}, \tag{5}$$

où y_1 et x_1 sont des coordonnées de $\frac{1}{32}$ N; le calcul donne pour $\frac{1}{100}$ N : $a = 9,1$ et 10,0 au lieu de $6^{mm},7$ et $7^{mm},6$. L'équation (4) donne des valeurs trop élevées (12^{mm} et 13^{mm}).

(¹) Lire dans la Note précédente 2,6 au lieu de 2,5.

Pourtant, quand on a, comme dans le cas présent, des solutions très diluées, la méthode donnant des valeurs quelque peu plus élevées serait une meilleure méthode.

En substituant dans l'équation du mouvement la valeur de y de (3) on obtient

$$h=\sqrt{\frac{m}{\log 2}\log\left(\frac{\mathrm{C}\,10p}{\mathrm{M}}\right)}\sqrt{t} \quad \text{où} \quad m=\frac{a_1^2}{b}=\frac{\mathrm{K}}{bc}. \tag{6}$$

La même chose se rapporte aux équations (4) et (5) dans les limites de leur application.

Pour les solutions d'égale teneur centésimale, l'équation (3) donne

$$\frac{y_1}{y_2}=\frac{m_1\log\left(\frac{\mathrm{A}}{\mathrm{M}_1}\right)}{m_2\log\left(\frac{\mathrm{A}}{\mathrm{M}_2}\right)},$$

où $\mathrm{A}=\mathrm{C}\,10p$, et

$$\frac{c_1}{c_2}=\frac{\mathrm{K}_1}{a_1^2}:\frac{\mathrm{K}_2}{a_2^2}=\frac{\log\left(\frac{\mathrm{A}}{\mathrm{M}_1}\right)}{\log\left(\frac{\mathrm{A}}{\mathrm{M}_2}\right)},$$

ce qui coïncide avec les données de ma première Note.

PHYSIQUE. — *Sur les égaliseurs de potentiel.* Note de M. **M. Moulin**, présentée par M. Mascart.

Parmi les égaliseurs de potentiel employés en Météorologie, seul l'écoulement d'eau (ou d'un liquide quelconque) est rigoureux : quand l'équilibre est atteint, les gouttes qui s'en échappent n'emportent aucune charge et ces petites gouttes non chargées n'introduisent aucune perturbation du champ. Il n'en est pas de même avec les sels de radium, les flammes et les mèches, qui se mettent en équilibre grâce aux ions qu'ils produisent; l'équilibre sera obtenu quand ces collecteurs auront atteint un potentiel tel qu'ils reçoivent autant d'ions positifs que de négatifs, et les ions inutilisés, entraînés par le champ vers le bas ou vers le haut, suivant leur signe, pourront introduire une perturbation variable avec le vent.

D'assez nombreux essais ont été faits par divers expérimentateurs dans le but de vérifier le fonctionnement de ces égaliseurs, soit au dehors par

comparaison directe dans le champ variable de la terre, soit en les portant dans un cylindre de Faraday chargé à potentiel connu, soit enfin en les plaçant dans un champ électrique connu et constant, au laboratoire. Les résultats obtenus varient suivant la méthode employée et ceux donnés par la première sont incertains.

J'ai repris, sur les conseils de M. Langevin, l'étude de ces prises de potentiel en les plaçant dans un champ artificiel, d'abord au laboratoire, puis dans le vent, sur la deuxième plate-forme de la Tour Eiffel. Dans le premier cas, le champ était obtenu à l'aide de deux panneaux de 2^{m} sur $1^{m},50$ placés à 1^{m} de distance et entre lesquels je pouvais établir une différence de potentiel de 60^{volts} à 300^{volts} à l'aide d'une batterie de petits accumulateurs; dans le deuxième cas, le champ était obtenu entre le plancher métallique de la plate-forme et un grand cadre horizontal de 90^{m^2} garni de grillage métallique, suspendu à environ $4^{m},10$ de hauteur, isolé et chargé à environ 450^{volts} à l'aide d'une batterie. Dans ce champ, j'ai comparé les indications des différents collecteurs à celles de l'écoulement d'eau en les disposant à l'extrémité du tube d'écoulement, de sorte que la légère perturbation introduite par le support du collecteur restait la même. Dans cette étude, j'ai uniquement cherché à déterminer quelles sont les perturbations à craindre, indépendamment de la déformation des surfaces équipotentielles qui provient de l'introduction de conducteurs dans le champ.

Sels de radium. — Les collecteurs avaient la forme de disques de 6^{cm} de diamètre, sur l'une des faces desquels du sulfate radifère était collé à l'aide de vernis. Les perturbations sont de trois sortes :

1° Ces disques se mettent en équilibre avec une région située à une distance d'environ $2^{cm},5$ de la face active pour les vents faibles de l'ordre du mètre et qui diminue quand la vitesse du vent augmente.

2° En air calme, quand la surface du disque est perpendiculaire aux lignes de force, l'écart est plus considérable, dans le même sens, par suite d'une accumulation d'ions dissymétrique pour laquelle l'influence des charges situées du côté inactif prédomine. Cet écart était de l'ordre de 70 pour 100 dans les conditions où je m'étais placé; il diminue très vite avec le vent et s'annule pour un vent de l'ordre de $1^{m},50$ par seconde. Quand le disque est parallèle aux lignes de force, l'écart dépend de sa distance aux plateaux et, dans un champ assez étendu, il s'annule pour le moindre courant d'air. Si le vent est tourbillonnaire, il se produit des écarts qui peuvent atteindre 10 à 15 pour 100 dans un sens ou dans l'autre, suivant que le courant d'air est ascendant ou descendant.

3° L'indication peut être trop faible en valeur absolue si la perche qui soutient le collecteur est soumise au rayonnement pénétrant, ou si les ions sont ramenés par le

vent sur cette perche et sur les conducteurs qui la relient à l'électromètre. On supprime cette fuite en l'absence d'un tel vent en disposant le disque perpendiculairement à la perche, le côté inactif étant tourné vers cette perche.

Pour n'avoir qu'une erreur négligeable, il faudra donc :

1° Se placer dans des conditions où l'on ait un vent soufflant horizontalement sans tourbillons;

2° S'arranger de manière que la perche suive à son extrémité la surface équipotentielle qui passe par le centre du disque;

3° Disposer le disque autant que possible parallèlement aux lignes de force, le côté inactif vers la perche.

Pour les installations portatives, le vent devra venir du côté du support; pour les installations fixes, la perche sera dirigée du côté du vent le plus rare.

Flammes. — En l'absence de vent, les flammes donnent le potentiel d'une région située au-dessus d'elles à une vingtaine de centimètres. Cet écart diminue sous l'influence du vent et il s'annule quand la flamme se recourbe. Il est dû à ce que les ions sont entraînés à la fois par le champ et les gaz chauds; ceux qui se dirigent vers le bas sous l'influence du champ s'accumulent dans la flamme et au-dessus d'elle. Avec les lampes genre Exner où la combustion se fait mal et qui filent, la région dont on mesure le potentiel est située à environ 2^{cm} au-dessus de la cheminée et cette erreur est peu modifiée par le vent jusqu'à extinction.

Un vent tourbillonnaire produit avec les flammes des écarts du même ordre qu'avec le radium.

Mèches. — Les mèches au nitrate de plomb ne produisent aucune perturbation par accumulation d'ions. Les écarts observés dans le champ se retrouvent sensiblement les mêmes quand les deux plateaux sont au sol. Les mèches prennent spontanément une charge positive variable qui dépend de la concentration de la solution qui a servi à imprégner le papier et de la quantité de cendres qui recouvrent la partie en ignition. Cette charge spontanée provient de l'émission de charges négatives qui se produit pendant la décomposition du nitrate de plomb et qui est contrebalancée par la mise en équilibre. Elle n'est que de l'ordre du volt quand la concentration de la solution est de 10 pour 100, elle est sensiblement nulle au-dessous de 5 pour 100; elle diminue dans tous les cas, quand, le vent activant la combustion, la vitesse de mise en équilibre augmente. A l'air libre, on utilisera de préférence des mèches de papier Berzélius

norvégien à 5 pour 100 par temps calme et à 2 pour 100 en cas de vent pour éviter une combustion trop rapide.

Ainsi, contrairement à ce qu'on pensait jusqu'ici, les mèches donneront, surtout dans le vent, des résultats certains et précis; elles fourniront le meilleur procédé de réduction au plan des installations. Les flammes exigent des précautions analogues à celles exigées par les sels de radium, tout en étant infiniment moins pratiques. Seuls les sels de radium pourront remplacer l'écoulement d'eau dans les installations fixes, les mèches ne pouvant convenir à cause du déplacement du point exploré qui se produit au cours de la combustion.

PHYSIQUE. — *Recherches sur la gravitation.* Note de M. V. **Crémieu**, présentée par M. H. Poincaré.

Dans deux Notes antérieures ([1]) j'ai décrit les appareils et la méthode employés pour comparer les effets de la gravitation dans l'air et dans les liquides.

Une subvention de la Caisse des Recherches scientifiques m'a permis de modifier les appareils de manière à pouvoir effectuer de longues séries d'observations.

Les améliorations, dont le détail sera publié ailleurs, ont porté sur quatre points :

1° Sphères attirées pleines remplacées par des sphères creuses qu'on peut remplir de mercure ou d'eau;

2° Fond de l'appareil entièrement doublé de nickel, métal au contact duquel l'eau demeure sensiblement pure;

3° Électrodynamomètre témoin refait et déplacé de façon à accroître sa fidélité et sa sensibilité;

4° Fabrication des rubans d'acier employés comme fil de torsion par un procédé qui diminue beaucoup la torsion résiduelle.

Avec l'appareil ainsi modifié, j'ai mesuré l'attraction produite sur les sphères mobiles par le mercure des cylindres fixes en variant comme suit le mode opératoire :

S.M. Sphères mobiles pleines de mercure dans l'air.

S.M.C.U. Sphères pleines de mercure dans l'eau, dont un même volume baigne à la fois les sphères attirées et les cylindres attirants.

S.M.C.S. Sphères pleines de mercure dans l'eau, mais contenue dans des cuves séparées, les cylindres attirants restant dans l'air.

([1]) *Comptes rendus,* t. CXLI, 1905, p. 653 et 713.

S.E.C.U. Sphères pleines d'eau; expériences dans l'air, puis dans un même volume d'eau.

D'autre part, dans chacun de ces modes d'expérience [1], on a placé les sphères mobiles successivement à quatre distances différentes des cylindres. Les observations dans l'air et dans l'eau sont toujours croisées.

Afin d'opérer avec un fil de torsion soumis à une charge constante, on a, dans les opérations faites avec les sphères pleines d'eau, compensé la différence de poids entre cette eau et le mercure par un cylindre de plomb vissé au levier de la balance de torsion, dans le prolongement de l'axe d'oscillation.

Grâce aux précautions prises, les résultats obtenus dans l'air et dans l'eau sont tout à fait comparables. Il ne me semble pas qu'une cause d'erreur connue puisse s'introduire quand on passe de l'air à l'eau, ou inversement.

Si δ et δ' sont les déviations observées dans l'air et dans l'eau, toutes choses égales d'ailleurs, on devrait, en vertu du principe d'Archimède, avoir

$$\frac{\delta'}{\delta} = \frac{d - d'}{d},$$

d étant la densité des sphères mobiles, d' celle du liquide qui les baigne. Dans le cas de l'eau, ce rapport aurait pour valeur 0,919 quand les sphères sont pleines de mercure, et 0,61 quand elles sont pleines d'eau.

Le Tableau suivant réunit les valeurs observées de δ, δ' et $\frac{\delta'}{\delta}$. Les nombres de ce Tableau sont affectés de poids calculés d'après la formule

$$\frac{n\delta}{\varepsilon} \times \frac{1}{10},$$

dans laquelle n représente le nombre d'observations dont δ est la moyenne, et ε l'écart maximum entre δ et les éléments qui la composent.

Distances		Déviations		Déviations		Rapport	Poids de	Conditions
entre surfaces.	centre-axe.	dans l'air $= \delta$.	Poids de δ.	dans l'eau $= \delta'$.	Poids de δ'.	$\frac{\delta'}{\delta}$.	$\frac{\delta'}{\delta}$.	de l'expérience.
1,09	11,30	121,6	37	112,8	15	0,928	55	S. M. C. S.
0,76	10,97	123	15	120	15	0,97	22	S. M. C. U.
4,27	14,48	66,8	29	62	19	0,927	55	» C. U.
4,34	14,55	68,9	10	70,9	88	1,029	88	» C. S.

[1] Les lettres indicatrices qui les précèdent sont destinées à simplifier le Tableau qu'on trouvera plus loin.

Distances entre surfaces.	Distances centre-axe.	Déviations dans l'air $= \delta$.	Poids de δ.	Déviations dans l'eau $= \delta'$.	Poids de δ'.	Rapport $\frac{\delta'}{\delta}$.	Poids de $\frac{\delta'}{\delta}$.	Conditions de l'expérience.	
7,74	17,95	39,2	8	36,2	25	0,925	20	»	C. U.
11,09	21,30	26,7	15	25,9	55	0,971	82	»	C. S.
11,14	21,35	24,2	8	22,8	16	0,942	13	»	C. U.
11,06	21,27	27,3	54	26	55	0,952	297	»	C. S.
1,14	11,35	18,6	9	13,5	4	0,72	3,6	S. E.	C. U.
4,51	14,71	11,1	7	8,2	3	0,738	2,1	»	C. U,

On peut expliquer les différences présentées par les nombres relatifs aux séries successives par le défaut suivant des appareils : les visées se font à travers deux glaces distantes de 5^{cm}, et dont l'intervalle est rempli d'eau. Or, il est impossible, dans l'état actuel des appareils, de rendre ces glaces rigoureusement parallèles ; on ne peut pas non plus les replacer chaque fois dans des positions relatives identiques. On vise donc à travers un prisme d'angle faible, mais variable d'une série à l'autre.

Cette même raison explique pourquoi il est impossible de déduire, des déviations observées, la valeur exacte des angles dont a tourné la balance de torsion ; par suite, on ne peut calculer une valeur absolue du coefficient k de Newton. Mais le calcul fait en négligeant la correction de réfraction donne, pour la moyenne de six valeurs de k déduites des déviations δ, le nombre $6,8 \times 10^{-8}$. Ce nombre est assez voisin de celui de M. Boys ($6,67 \times 10^{-8}$) pour qu'il semble probable qu'aucune erreur systématique grave ne trouble les mesures.

Le Tableau montre que le rapport $\frac{\delta'}{\delta}$ est toujours nettement plus grand que la valeur théorique, avec une moyenne de 0,959.

Cependant, les écarts entre les valeurs successives, petits si l'on songe à la difficulté des expériences, sont encore assez grands pour empêcher de tirer une conclusion définitive.

Tout ce qu'on peut dire c'est que, dans l'état actuel de la question, *il semblerait que, dans un champ gravifique très convergent, un corps plongé dans un liquide serait soumis à quelque chose de plus que la différence entre la poussée hydrostatique et l'attraction newtonienne.*

PHYSIQUE. — *Sur une explication théorique des phénomènes magnéto-optiques observés dans un cristal.* Note de M. **Jean Becquerel**, présentée par M. Poincaré.

Dans une théorie récemment exposée [1] j'ai établi que, lorsqu'un cristal est placé dans un champ magnétique R parallèle à Oz, et traversé suivant l'une des directions principales Ox par un faisceau lumineux, le coefficient d'absorption $\varkappa$ de la vibration *normale au champ* est donné par la formule

$$2\varkappa = \frac{Q}{1+P} + \frac{1}{1+P} \times \frac{\varepsilon_2 \vartheta^3 \{(\vartheta^2-\vartheta_{o1}^2)[\vartheta'_1(\vartheta^2-\vartheta_{o2}^2)+\vartheta'_2(\vartheta^2-\vartheta_{o1}^2)]-\vartheta'_1[(\vartheta^2-\vartheta_{o1}^2)(\vartheta^2-\vartheta_{o2}^2)-\vartheta^2(\vartheta'_1\vartheta'_2+c^2R^2)]\}}{[(\vartheta^2-\vartheta_{o1}^2)(\vartheta^2-\vartheta_{o2}^2)-\vartheta^2(\vartheta'_1\vartheta'_2+c^2R^2)]^2+\vartheta^2[\vartheta'_1(\vartheta^2-\vartheta_{o2}^2)+\vartheta'_2(\vartheta^2-\vartheta_{o1}^2)]^2}.$$

$2\pi\vartheta$ est la période de la lumière, $2\pi\vartheta_{o2}$ la période du mouvement des électrons produisant la bande ϑ_{o2}, $2\pi\vartheta_{o1}$ la période du mouvement des mêmes électrons *dans le sens longitudinal;* ϑ'_1 et ϑ'_2 sont des coefficients d'autant plus petits que l'intensité de l'absorption décroît plus vite autour des maxima; P et Q représentent un ensemble de termes se rapportant aux autres bandes et que l'on peut considérer comme constants lorsque la bande ϑ_{o2} est bien séparée des bandes voisines et que ϑ varie aux environs de ϑ_{o2}.

Les courbes représentées ci-contre montrent les variations de $\varkappa$ pour diverses valeurs des coefficients et du champ magnétique. A1, B1, C1 figurent les valeurs de $\varkappa$ en fonction de ϑ pour une bande quelconque, en dehors du champ, l'échelle étant convenablement choisie suivant la bande que l'on considère.

1° *Courbes* A : $\vartheta_{o1}=\vartheta_{o2}$; les variations de $\varkappa$ sont symétriques de part et d'autre de ϑ_{o2}. Dans un champ progressivement croissant, la bande s'affaiblit au milieu et s'élargit, puis se dédouble d'autant plus tôt que ϑ'_1 est plus petit et que c est plus grand. L'écartement du doublet est d'autant plus voisin de la limite cR que R est plus grand et ϑ'_1 plus petit.

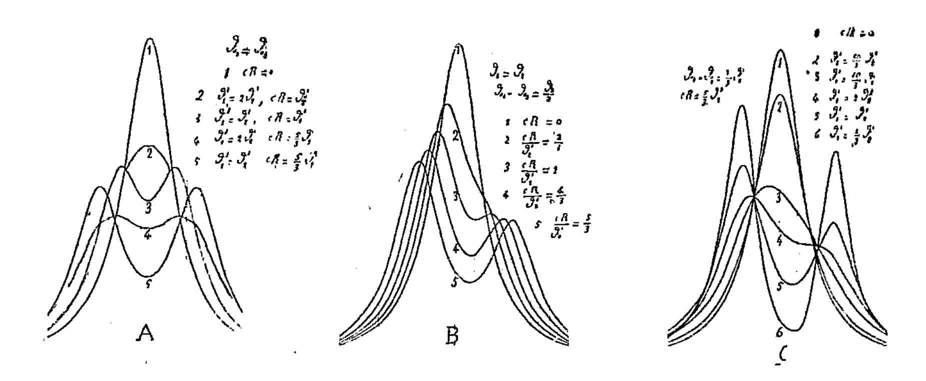
2° Courbes B : $\vartheta'_1=\vartheta'_2$, $\vartheta_{o1}-\vartheta_{o2}=\frac{1}{3}\vartheta'_2$, le champ est progressivement croissant. La bande se déforme, *le maximum se déplaçant d'abord d'un seul côté,* dans le sens opposé à ϑ_{o1}; puis un doublet *dissymétrique* apparaît. Le déplacement est indépendant du sens du champ et *croît plus rapidement que le champ.*

---

[1] Jean Becquerel, *Comptes rendus,* 19 novembre 1906.

D'autres courbes (non reproduites) ont montré que, pour une même valeur de ϑ'_2, les déplacements sont d'autant plus faibles que $\vartheta_{o1} - \vartheta_{o2}$ est plus grand.

3° Courbes C : $\vartheta_{o1} - \vartheta_{o2}$ et cR sont constants, mais ϑ'_1 variable d'une courbe à l'autre.



Pour les faibles valeurs de ϑ'_1 on obtient un doublet dissymétrique. Pour des valeurs de plus en plus grandes, le doublet disparaît, la bande passe par un minimum d'intensité et est alors très étalée; elle devient ensuite de moins en moins sensible à l'action du champ.

Les observations faites avec les cristaux uniaxes de xénotime ont donné des exemples de la plupart de ces formes [1]. Nous nous bornerons à citer les cas les plus remarquables.

L'axe optique étant parallèle au champ, on a pour toutes les bandes $\vartheta_{o1} = \vartheta_{o2}$ et $\vartheta'_1 = \vartheta'_2$ (courbes A 1, 3, 5). Conformément à la théorie, toutes les bandes du spectre ordinaire s'élargissent symétriquement en diminuant d'intensité ou forment un doublet symétrique, à condition toutefois que les composantes de deux bandes voisines n'empiètent pas l'une sur l'autre.

L'axe étant normal au champ et parallèle ou bien perpendiculaire au faisceau, les modifications observées pour le spectre de la vibration normale au champ sont *dissymétriques*. La théorie nous conduit donc à penser que, dans ce cristal, les périodes des mouvements que peuvent prendre les électrons parallèlement et perpendiculairement à l'axe sont différentes. D'ailleurs, la plupart des bandes de chacun des deux spectres ne se retrouvent pas dans l'autre spectre, mais ce fait seul ne prouve pas l'inégalité des périodes, car il se pourrait que le mouvement des électrons dans l'une des deux directions soit toujours trop faible pour donner lieu à une bande

(1) JEAN BECQUEREL, *Comptes rendus*, 26 mars, 9 avril, 21 mai 1906.

visible; les bandes des deux spectres peuvent ne pas être dues aux mêmes électrons.

Plusieurs bandes qui ont des longueurs d'onde très voisines dans les deux spectres donnent des doublets plus ou moins dissymétriques; il est permis de penser qu'elles proviennent des mêmes électrons. En particulier, les bandes extraordinaires $520^{\mu\mu},6$ et $525^{\mu\mu},1$ donnent nettement dans un champ croissant jusqu'à 33000 la série successive des formes B; la bande ordinaire $525^{\mu\mu},1$, très faible, produit un doublet qui disparaît lorsque le champ devient intense, avec une lame de 1^{mm} d'épaisseur, les maxima des composantes devenant trop faibles pour rester visibles. Une autre bande remarquable est la bande ordinaire 522,14, bande fine qui, lorsque l'axe est parallèle au champ, donne un doublet de $0^{\mu\mu},53$ pour 32000 gauss; lorsque l'axe est normal au champ elle prend l'aspect B3, le déplacement du maximum étant environ $0^{\mu\mu},10$ vers le violet; on constate de plus que *le déplacement croît plus vite que le champ.*

Nous citerons enfin un groupe de deux bandes qui se retrouve dans les deux spectres entre $642^{\mu\mu}$ et $644^{\mu\mu}$. Ce groupe étant isolé, on peut supposer que les bandes se correspondent deux à deux. Comme les différences de longueur d'onde $2\pi v(\vartheta_{o1} - \vartheta_{o2})$ sont notables (environ $0^{\mu\mu},19$ et $0^{\mu\mu},13$) et que les bandes sont larges et floues (ϑ'_1 et ϑ'_2 grands), la théorie fait prévoir qu'elles seront peu sensibles à l'action du champ (formes C2 C3...) bien que c soit considérable pour ces bandes $\left(\frac{e}{m} = 1,1\,10^8\right)$. Effectivement, dans un champ dépassant 30000, les bandes très faibles du spectre ordinaire ne semblent pas changer; celles du spectre extraordinaire deviennent seulement un peu plus floues.

Ces exemples pourraient se multiplier et semblent bien confirmer les résultats de la théorie.

PHYSIQUE. — *Sur un appareil servant à compenser l'inertie du sélénium.* Note de M. A. **Korn**, présentée par M. H. Poincaré.

Soient E_1 et E_2 deux batteries égales d'accumulateurs mises en série, e la différence du potentiel aux deux pôles, Se_1 et Se_2 deux cellules de sélénium placées en série dans le circuit. Dans le pont dont les deux bouts sont respectivement situés entre les deux batteries et entre les deux cellules de sélénium, un galvanomètre semblable à ceux qui sont employés en télé-

photographie est arrangé de manière que la cellule Se_2 soit illuminée par une source de lumière suivant les déviations du galvanomètre.

Soient w_1 et w_2 les résistances des cellules et supposons toutes les autres résistances petites en comparaison avec w_1 et w_2, alors la déviation du galvanomètre sera

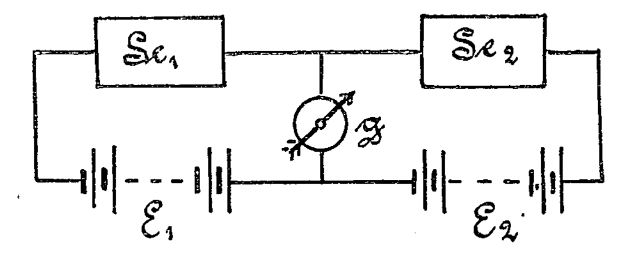
$$\alpha = ce\left(\frac{1}{w_1} - \frac{1}{w_2}\right),$$

où c représente une constante du galvanomètre.

Si les résistances des cellules sont les mêmes à l'obscurité, ce que l'on peut obtenir à l'aide d'une résistance additive, on aura

$$\alpha = 0,$$

aussi longtemps que la cellule Se_1 reste dans l'obscurité, et si le galvanomètre est arrangé de manière que Se_2 ne reçoive de la lumière que par une déviation du galvanomètre.



Si nous illuminons Se_1, un courant passera dans le pont, fera dévier le galvanomètre g et illuminera la cellule Se_2; notre but sera de choisir les constantes de l'appareil de façon que α devienne proportionnel à l'intensité I de lumière tombant sur la cellule Se_1, malgré l'inertie du sélénium, c'est-à-dire malgré sa propriété de retenir un peu les impressions de toutes les illuminations qu'il a subies antérieurement.

Nous ferons sur l'inertie du sélénium la supposition suivante que l'expérience a vérifiée pour les cas où les changements de résistance du sélénium restent entre certaines limites. On aura

$$\frac{1}{w_1} = \frac{1}{w_{10}} + c_1 I + C_1 I',$$

où w_{10}, c_1, C_1 sont des constantes de la cellule, et I' un terme dépendant linéairement des illuminations antérieures [1].

---

[1] Cela veut dire que nous supposons que ce terme devienne $\beta I'$, si toutes les illuminations antérieures sont augmentées ou diminuées dans la proportion constante $1 : \beta$.

Nous aurons les trois équations

$$\alpha = ce\left(\frac{1}{w_1} - \frac{1}{w_2}\right),$$
$$\frac{1}{w_1} = \frac{1}{w_{10}} + c_1 \mathrm{I} + \mathrm{C}_1 \mathrm{I}',$$
$$\frac{1}{w_2} = \frac{1}{w_{20}} + \gamma(c_2\alpha + \mathrm{C}_2\alpha'),$$

où w_{20}, c_2, C_2 sont des constantes de la cellule Se_2, γ une constante dépendant de l'arrangement qui règle l'illumination de Se_2 par les déviations α du galvanomètre g, et α' un terme dépendant des déviations α antérieures. A l'aide d'une résistance additive, on peut faire

$$w_{10} = w_{20}.$$

Une première approximation sera obtenue en négligeant les termes $\mathrm{C}_1 \mathrm{I}'$ et $\mathrm{C}_2\alpha'$; alors on trouvera

$$\alpha = ce(c_1 \mathrm{I} - \gamma c_2 \alpha), \qquad \alpha = \frac{cc_1 e}{1 + \gamma cc_2 e}\mathrm{I}.$$

Il s'agit d'obtenir la proportionnalité entre α et I aussi en deuxième approximation. Pour une deuxième approximation, on ne doit plus négliger I′ et α', mais on peut se servir de la première approximation

$$\alpha' = \frac{cc_1 e}{1 + \gamma cc_2 e}\mathrm{I}',$$

et l'on arrivera au résultat voulu, c'est-à-dire on s'affranchira des termes dus à l'inertie du sélénium aussi en deuxième approximation, si

$$\mathrm{C}_1 \mathrm{I}' = \gamma \mathrm{C}_2 \alpha',$$

c'est-à-dire si l'on choisit la constante γ de manière que

$$\mathrm{C}_1(1 + \gamma cc_2 e) = \gamma cc_1 e \mathrm{C}_2.$$

La constante γ dépend, comme nous l'avons dit plus haut, de la disposition qui permet d'illuminer Se_2 selon les déviations du galvanomètre g, et l'on peut faire varier γ par exemple en déplaçant une lentille entre la cellule Se_2 et le galvanomètre servant d'obturateur entre la source de lumière et la cellule Se_2. En pratique on trouve la bonne disposition en tâtonnant; quand on s'en approche on voit diminuer le traînage du galvanomètre dû à l'inertie du sélénium.

Ceci n'est qu'une théorie élémentaire qui représentera les faits approximativement, si les changements de résistance des cellules restent au-dessous de certaines limites, mais il est clair que l'on pourra toujours améliorer la compensation en interposant entre la cellule Se_2 et le galvanomètre g un obturateur gradué de manière que l'intensité de lumière tombant sur Se_2 ne soit pas proportionnelle à la déviation α, mais une certaine fonction de α que l'on doit trouver par l'expérience. Dans les dernières expériences de téléphotographie j'ai encore maintenu la proportionnalité.

Pour la téléphotographie le compensateur a encore un deuxième avantage consistant dans le fait que la déviation du galvanomètre ne se fait pas exactement avec la même vitesse que les changements de l'illumination de la cellule Se_2; un brusque changement d'illumination de Se_1 se fait sentir dans le galvanomètre avant la répercussion dans la cellule Se_2, il est vrai pour un moment extrêmement petit, mais grâce à ce phénomène on trouve dans les téléphotographies des traces de détails qui ne semblaient pas accessibles d'abord à la sensibilité du galvanomètre.

ÉLECTRICITÉ. — *Charge positive à distance dans un champ électrique sous l'influence de la lumière ultraviolette.* Note de Mme BAUDEUF, présentée par M. J. Violle.

On peut charger positivement une plaque métallique isolée, placée dans un champ électrique de direction convenable en la soumettant aux radiations ultraviolettes. Pour produire le champ, il suffit de placer dans le voisinage de la plaque réceptrice P_r que l'on veut charger, et du côté d'où vient la lumière, un corps électrisé positivement, tel que du verre ou une lame de métal convenable, du cuivre par exemple. La plaque réceptrice P_r peut être également en cuivre ou encore en argent, en or, en plomb, en platine, en zinc, etc.

Tant que P_r est abritée des rayons ultraviolets, ne fût-ce que par une lame de verre placée sur leur trajet, elle subit seulement le phénomène d'influence dû au corps agissant électrisé P_a; mais, si les rayons ultraviolets touchent la surface de P_r tournée vers P_a, le potentiel de P_r s'élève peu à peu, de sorte que cette plaque peut atteindre au bout de peu de minutes un potentiel de quelques centaines ou même de quelques milliers de volts, si le corps agissant est à un potentiel assez élevé.

Si le potentiel de la plaque agissante P_a est peu élevé, pour avoir une

charge assez rapide et appréciable de P_r il faut placer les deux plaques à une distance de quelques centimètres seulement. Mais, en reliant la plaque agissante au pôle positif d'une petite machine de Wimshurts, j'ai pu obtenir, à l'air libre, sous l'action de la lumière solaire, une charge de P_r s'élevant à plus de 1500 volts, la distance des deux plaques étant de 4^m. Le potentiel que peut atteindre P_r dépend d'un grand nombre de conditions; il dépend en particulier de l'éclairement de cette plaque, de l'état de sa surface, de sa nature, et aussi de la nature et de l'état du corps agissant, de son potentiel et de sa distance à P_r, mais non de son éclairement.

Les précautions expérimentales prises assurent qu'on ne peut attribuer cette charge, ni à des déperditions, ni à des phénomènes de conductibilité, ni à une convection de particules matérielles issues de l'arc électrique employé comme source. Il a été possible de vérifier que l'air demeure isolant pendant la charge positive, qui cesse d'ailleurs de se produire dès que l'air est ionisé. On ne peut pas davantage expliquer ce phénomène par une émission de charges négatives ou de rayons cathodiques issus de la plaque qui se charge positivement.

On sait, en effet, que les expérimentateurs qui ont observé une telle émission l'ont démontrée en constatant que tous les corps placés près de la plaque qui en est le siège se chargent négativement. Or ici, si l'on place des corps quelconques, particulièrement des métaux isolés, sur le trajet des lignes de force du champ, les uns ne prennent aucune charge, les autres, ceux qui sont plus ou moins éclairés, prennent une charge *positive* et non négative. C'est là une des particularités qui distinguent ce phénomène de ceux qui ont été déjà étudiés, en particulier de ceux qui ont été l'objet des célèbres expériences de Lenard. Il y a de plus des différences très marquées touchant l'ordre de grandeur du phénomène et les radiations qui interviennent. On sait que les rayons de Lenard sont très absorbables et n'existent pas dans la radiation solaire qui a traversé l'atmosphère, ni dans la lumière de l'arc électrique qui a traversé une couche d'air épaisse de 30^{cm} à la pression ordinaire. Les radiations qui sont efficaces dans le phénomène de la charge positive sont des rayons ultraviolets de plus grande longueur d'onde et beaucoup moins absorbables. Ces radiations varient d'ailleurs avec le métal que l'on veut charger. Pour le cuivre, leur longueur d'onde est comprise entre $0^{\mu},300$ et $0^{\mu},225$.

Si le corps agissant est maintenu à un potentiel constant, le potentiel de la plaque réceptrice croît d'abord rapidement, puis de plus en plus lentement, et atteint enfin une valeur maximum qui est conservée ensuite tant que les conditions demeurent

constantes. Ce maximum est toujours notablement inférieur au potentiel du corps agissant, et cela d'autant plus que la distance des plaques est plus grande. Si l'on décharge P_r sa charge se reproduit avec la même vitesse, arrive au même maximum, et cela aussi souvent qu'on le veut. Si on la porte à un potentiel supérieur à ce potentiel maximum et s'il n'y a autour d'elle aucun corps éclairé, elle demeure au potentiel initial. Mais si au contraire il y a des corps capables de se charger positivement, elle peut, dans certains cas, se décharger. Soient V_a le potentiel constant de la plaque agissante P_a, V_r le potentiel initial de la plaque réceptrice P_r, que nous supposons seule éclairée : il existe un potentiel $V' < V_a$ tel que si $V_r < V'$, P_r se charge ; V_r croît alors jusqu'à V'. Si, au contraire, $V_r \geqq V'$ ce potentiel V_r garde sa valeur sauf le cas de décharge disruptive. Ce potentiel V', toujours inférieur à V_a, varie avec la distance des deux plaques et l'éclairement de P_r ; de sorte qu'en prenant pour abscisses soit les distances, soit les éclairements, pour ordonnées les valeurs de V', on a une courbe qui divise le plan en deux régions analogues aux régions que l'on trouve en étudiant les faux équilibres chimiques. Il est essentiel de remarquer que si P_a, au lieu d'être maintenue à un potentiel constant, est elle-même isolée, elle subit une décharge correspondant à chaque charge de P_r provoquée par cette charge. Cette décharge prend fin lorsque P_r ayant atteint son potentiel maximum cesse de se charger. En outre, cette décharge de P_a s'arrête toutes les fois que l'on interrompt la charge de P_r, par exemple, en interposant un écran de verre entre P_r et l'arc. Pour qu'une plaque isolée P_a, éclairée ou non, subisse une décharge positive, il faut qu'il y ait dans son voisinage des corps éclairés susceptibles de se charger, et portés à un potentiel notablement plus bas qu'elle. Soit V le potentiel de ces corps ; pour une distance donnée et un éclairement donné, il existe un potentiel $V'' > V$ tel que si $V_a > V''$ on peut observer a décharge de P_a ; V_a décroît alors jusqu'à V''. Si, au contraire, $V_a \leqq V''$ ce potentiel V_a garde sa valeur. Ici encore on peut retrouver une région de faux équilibres.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la réduction de l'oxyde de chrome par le bore.* Note ([1]) de M. **Binet du Jassonneix**, présentée par M. H. Moissan.

M. H. Moissan ([2]) a indiqué qu'en chauffant au four électrique du chrome avec du bore dans un creuset de charbon on obtenait un produit cristallisé très dur, peu attaquable par les acides.

MM. Tucker et Moody ([3]), en répétant cette expérience, ont préparé une fonte à cassure conchoïdale dans laquelle ils ont trouvé 82 pour 100 de chrome. Ils ont admis qu'elle constituait le borure défini CrB qui contient 82,6 pour 100 de métal.

([1]) Présentée dans la séance du 12 novembre.

([2]) H. Moissan, *Comptes rendus*, t. CXIX, 1894, p. 185.

([3]) Tucker et Moody, *Chem. Soc.*, t. LXXXI, 1902, p. 14.

Enfin MM. Wedekind et Fetzer [1] ont indiqué sommairement qu'ils avaient obtenu le composé CrB bien cristallisé par le procédé aluminothermique. D'après eux, ce composé présenterait une grande résistance aux agents chimiques.

La réduction de l'oxyde de chrome par le bore au four électrique dans des creusets de magnésie donne des résultats nettement différents.

Cette réduction se fait difficilement dans un four à vent chauffé au charbon de cornue : le mélange comprimé d'oxyde et de bore, placé dans un creuset de chaux vive, prend une apparence métallique mais sans fondre. Il reste friable et, après attaque par l'acide chlorhydrique qui dissout les parties métalliques, il laisse un résidu composé d'oxyde non réduit, de bore, de borure de carbone et d'azoture de bore. La solution chlorhydrique contient de l'acide borique.

Au four électrique, dans des creusets ou des nacelles de charbon, on obtient facilement un produit métallique fondu, soit par la réduction de l'oxyde de chrome par le bore, soit par la réduction simultanée de l'oxyde de chrome et de l'anhydride borique par le charbon. Les fontes ainsi préparées présentent souvent uue structure cristalline; elles contiennent quelquefois des géodes tapissées d'aiguilles prismatiques, mais elles sont toujours carburées; porphyrisées, elles sont attaquées par l'acide chlorhydrique étendu et froid; le résidu métallique, après cessation de l'attaque, est constitué par une fonte de chrome cristalline, qui ne contient pas de bore.

En opérant dans des nacelles ou des creusets de magnésie, il est possible de préparer des fontes non carburées, entièrement solubles dans l'acide chlorhydrique. Après une minute et demie ou deux minutes de chauffe avec un courant de 400 ampères sous 100 volts, on obtient des fontes qui, même lorsque le bore est en proportion juste suffisante pour la réduction de l'oxyde, ne contiennent jamais plus de 95 pour 100 de métal. Un essai d'affinage avec de l'oxyde n'élimine pas entièrement le bore et donne un métal brûlé.

Lorsque la proportion de bore augmente la fusion reste encore facile; avec une durée de chauffe de deux minutes et demie à trois minutes, on peut préparer des fontes contenant jusqu'à 15 ou 16 pour 100 de bore. Ces fontes sont très dures et rayent le verre et le quartz. Au voisinage d'une teneur de 7 pour 100 en bore, elles possèdent une structure cristalline très nette et semblent formées de lamelles enchevêtrées; leur cassure présente de larges faces planes. Au-dessus de cette teneur, l'aspect cristallin disparaît; le grain des fontes se montre de plus en plus fin et leur cassure devient conchoïdale.

---

(1) Wedekind et Fetzer, *Chem. Zeitung*, n° 98, 1905.

Leur densité varie de 6,8 (7 pour 100 de bore) à 6,1 (16 pour 100). Enfin, si le mélange chauffé contient un grand excès de bore, on obtient seulement, dans les conditions précédentes, une masse métallisée, friable, qui contient avec du bore non combiné un peu de borure de carbone. Pour obtenir la fusion, il faut porter l'intensité du courant à 500 ampères pendant 3 ou 4 minutes. Les fontes ainsi préparées n'ont pas une composition invariable et contiennent un peu moins de bore que le borure défini CrB, qui représente la limite de saturation du chrome par le bore.

Toutes ces fontes sont attaquées par les acides fluorhydrique, chlorhydrique et sulfurique, avec formation d'acide borique, plus vivement à chaud qu'à froid; la dissolution est d'autant plus rapide qu'elles sont plus finement porphyrisées. L'acide azotique est sans action sur elles, ainsi que les solutions alcalines. Le chlore les attaque avec incandescence au-dessous du rouge naissant : l'action n'est jamais complète; il se forme un mélange de protochlorure et de sesquichlorure de chrome qui protège le résidu. Ce dernier peut être facilement isolé par un lavage à l'eau, la présence de protochlorure de chrome rendant soluble le chlorure chromique. Le gaz chlorhydrique les attaque dans les mêmes conditions, mais sans incandescence; il se dégage de l'hydrogène et il ne se forme que du protochlorure de chrome. Elles sont oxydées avec une vive incandescence par les alcalis ou les carbonates alcalins fondus.

Analyse. — Un poids déterminé de fonte porphyrisée est attaqué dans un creuset de platine par le mélange des carbonates alcalins additionné d'un peu d'azotate de potassium. La masse est reprise par l'eau, et la solution est introduite dans le ballon de l'appareil décrit par M. H. Moissan pour le dosage du bore. Après évaporation à sec et traitement par l'acide chlorhydrique, l'acide borique mis en liberté est séparé par distillation avec de l'alcool méthylique, puis dosé par la méthode volumétrique de Stock. Le chrome est dosé à l'état d'oxyde après précipitation par l'ammoniaque. Ce procédé d'attaque ne doit être employé que lorsque l'étude préalable de la fonte a montré qu'elle ne contenait pas de borure de carbone. Lorsqu'elle en contient, l'attaque doit être faite par l'acide chlorhydrique à chaud, dans un ballon muni d'un réfrigérant ascendant. Le borure de carbone est recueilli sur un filtre taré.

En résumé, la réduction de l'oxyde de chrome par le bore au four électrique dans des creusets de magnésie permet d'obtenir des fontes attaquables par les acides fluorhydrique, chlorhydrique et sulfurique, qui contiennent de 5 à 17 pour 100 de bore combiné. Au-dessus de cette teneur le bore existe dans ces fontes à l'état de borure de carbone. Le borure CrB constitue la limite de saturation du chrome par le bore. Il ne se présente pas dans ces fontes sous une forme cristalline nette.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur une méthode extrêmement sensible de précipitation du zinc.* Note de MM. **Gabriel Bertrand** et **Maurice Javillier**, présentée par M. L. Maquenne.

Cette méthode a son origine dans une observation qui a déjà conduit l'un de nous à préparer, en 1892, les combinaisons cristallisées de l'oxyde de zinc avec les métaux alcalino-terreux (1).

En distillant la solution ammoniacale du commerce (2^l à 3^l) avec de la lessive des savonniers (environ 100^{cm^3}) dans le but d'obtenir de l'ammoniaque bien exempte d'acide carbonique, il s'était formé sur les parois du ballon distillatoire un dépôt cristallin de quelques centigrammes, visible après refroidissement et décantation du liquide.

Ces cristaux, en forme de losanges, très réfringents, donnaient, quoique bien lavés, une tache bleue lorsqu'on les plaçait sur du papier de tournesol rouge humecté d'eau. Par calcination, ils devenaient opaques, de couleur jaune à chaud, blanche à froid. L'analyse y décelait la présence d'eau, de chaux et d'oxyde de zinc, sans acide carbonique. C'étaient des cristaux de zincate de calcium

$$\left.\begin{array}{l}\mathrm{Zn}\begin{cases}\mathrm{OH}\\ \mathrm{O}\end{cases}\\ \mathrm{Zn}\begin{cases}\mathrm{O}\\ \mathrm{OH}\end{cases}\end{array}\right\rangle \mathrm{Ca} + 4\,\mathrm{H^2O}.$$

D'où provenait le zinc? C'est une question à laquelle il n'avait pas été possible de répondre en l'absence de résultat positif par l'emploi des procédés ordinaires d'analyse. Il est seulement probable que le zinc provenait de la lessive de soude, car, après évaporation, il eût été facile de le retrouver dans l'ammoniaque.

Il nous a paru y avoir dans cette production de zincate de calcium la base d'une méthode très sensible de recherche du zinc. Les expériences que nous allons décrire aujourd'hui démontreront l'exactitude de cette prévision.

Lorsqu'on ajoute un excès d'ammoniaque à une solution qui renferme à la fois du

(1) G. Bertrand, *Sur les zincates alcalino-terreux* (*Comptes rendus*, t. CXV, 1892, p. 939-941 et 1028).

zinc et une quantité suffisante de calcium, on obtient, après filtration s'il y a lieu, un liquide limpide, qui, porté à l'ébullition, laisse déposer peu à peu, à l'état micro-cristallin, du zincate de calcium. Ce précipité, formé au sein d'un liquide renfermant un excès de chaux, est si peu soluble qu'il permet de recueillir et de concentrer sous un petit volume le zinc renfermé, même à l'état de traces, dans une grande quantité de liquide.

Supposons, par exemple, qu'on opère sur un demi-litre d'eau contenant moins de $0^g,001$ du métal à retrouver. On y ajoute quelques centimètres cubes de lait de chaux étendu ou tout au moins 50^{cm^3} d'eau de chaux, puis 10 à 15 pour 100 d'ammoniaque concentrée.

On filtre, si cela est nécessaire, et l'on porte le liquide à l'ébullition qu'on maintient tant qu'il se dégage des vapeurs alcalines. On laisse refroidir et l'on recueille sur un petit filtre le précipité de zincate souillé de chaux carbonatée. On dissout ce précipité dans l'acide chlorhydrique; on évapore à sec pour chasser l'excès d'acide et, après avoir repris le résidu par un peu d'eau, on précipite le calcium en milieu fortement ammoniacal à l'état d'oxalate. Le zinc reste dans la liqueur; par évaporation et calcination en présence d'acide sulfurique, on le transforme en sulfate que l'on peut peser. Pour vérifier la nature de ce sulfate, on le dissout dans 1^{cm^3} ou 2^{cm^3} d'eau. L'une des moitiés de la solution donne avec l'hydrogène sulfuré, l'autre avec le ferrocyanure de potassium les précipités blancs caractéristiques.

Pour réaliser de pareils essais, il est indispensable d'opérer avec des réactifs absolument exempts de zinc. Nous nous sommes servis d'eau distillée dans un appareil dont le réfrigérant était en argent; la chaux provenait de la calcination du nitrate; l'ammoniaque et l'acide chlorhydrique avaient été redistillés et recueillis dans l'eau pure; l'oxalate, enfin, recristallisé jusqu'à ce qu'il ne laissât plus de résidu par calcination.

Voici les résultats de quelques-unes de nos expériences :

	Poids de zinc		
Volumes d'eau.	introduits.	retrouvés.	Pour 100.
cm³	g	g	
100	0,0100	0,0097	97
100	0,0100	0,0090	90
100	0,0075	0,0070	93
100	0,0050	0,0049	98
100	0,0050	0,0048	96
100	0,0025	0,0022	88
500	0,0010	0,0009	90
100	0,0001	caractérisé [1]	»
200	0,0001	caractérisé [1]	»
500	0,0001	caractérisé [1]	»

Chacune des expériences ci-dessus a été reproduite avec de l'eau distillée sans addition de zinc, en utilisant les mêmes quantités de réactifs.

---

[1] Par les deux réactions de l'hydrogène sulfuré et du ferrocyanure de potassium.

Ces expériences-témoins servaient à vérifier l'absence complète de zinc dans nos réactifs; dans aucune d'elles nous n'avons obtenu la plus petite trace de précipité, ni avec l'hydrogène sulfuré, ni avec le ferrocyanure de potassium.

Ces expériences-témoins étaient encore nécessaires à un autre point de vue.

D'une part, l'oxalate de calcium n'est pas rigoureusement insoluble; la liqueur filtrée après la séparation de la chaux devait donc en renfermer un petite quantité qui, après évaporation, calcination du résidu et traitement de celui-ci par l'acide sulfurique, augmentait le poids du sulfate de zinc.

D'autre part, les réactifs : eau, ammoniaque, acide chlorhydrique et oxalate d'ammonium, utilisés dans la dernière partie de l'opération, renfermaient des traces de matière soluble empruntées aux vases de verre dans lesquels on les conservait. Ces traces de matière s'ajoutaient aussi au sulfate de zinc. Les expériences-témoins ont permis de déduire le poids de ces impuretés, d'ailleurs très minime, du résidu pesé comme sulfate de zinc. Les résultats donnés dans le Tableau ont subi cette correction.

En résumé, la nouvelle méthode permet de précipiter d'une manière pour ainsi dire quantitative le zinc de solutions très étendues, ne renfermant même qu'un cinq-millionième de métal. Encore est-il probable que ce n'est pas là la limite de sensibilité de cette méthode.

THERMOCHIMIE. — *Carbylamines et nitriles.* Note de M. P. Lemoult.

Malgré l'intérêt que présentent au point de vue thermochimique : 1° l'hydratation des carbylamines; 2° leur comparaison avec les nitriles, l'étude thermique de ces carbylamines était encore à faire, alors que celle des nitriles date de 1889 (voir : Berthelot, *Thermochimie : Données et lois numériques*, t. II, p. 633 et 833). Je me suis proposé de combler cette lacune; mais j'ai dû, en raison des difficultés et des dangers que présente la manipulation des carbylamines, me borner momentanément aux deux premiers termes :

Méthylcarbylamine. — L'échantillon employé, bouillant à 59°,6, contenait 34,16 pour 100 d'azote (théorie : 34,14); il a été brûlé dans la bombe calorimétrique où il était introduit dans une ampoule scellée que la combustion d'un fragment de naphtaline faisait éclater au moment voulu (Berthelot et Delépine, *Ann. Chim. et Phys.*, 7e série, t. XXI, 1905, p. 291).

1er *essai* : 0g,3558 de substance produisent	2764Cal,115	soit pour 1g	7768Cal,73	Moy : 7770Cal,13
2e *essai* : 0g,2994 »	2326Cal,816	»	7771Cal,53	

d'où

Chal. de comb. moléc. (pres. const.)..... 318Cal,7   Chal. de form..... 26Cal,7.

Éthylcarbylamine. — L'échantillon a été brûlé comme ci-dessus; il avait été obtenu par rectifications très soignées d'un produit brut (à 23,70 pour 100 d'azote), bouillait à 78°,1 et contenait 25,70 pour 100 d'azote (théorie : 25,45 pour 100).

1er *essai :* $0^g,3743$ de substance fournissent	$3236^{Cal},796$	soit pour 1^g	$8674^{Cal},31$	} Moy : $8684^{Cal},11$
2e *essai :* $0^g,2006$ »	$1744^{Cal},00$	»	$8693^{Cal},91$	

d'où

Chaleur de combustion moléculaire à pression constante .... 478^{Cal}

Trois expériences effectuées en janvier 1902, au laboratoire de M. Berthelot, avec la bombe calorimétrique du Collège de France, m'avaient donné avec les poids suivants : $0^g,7952$, $0^g,7796$ et $0^g,8653$, les dégagements de chaleur : $6943^{Cal},91$, $6798^{Cal},415$, $7554^{Cal},36$, soit par gramme : $8732^{Cal},2$, $8720^{Cal},4$ et $8730^{Cal},3$, dont la moyenne donne

Chaleur de combustion moléculaire à pression constante .... $480^{Cal},4$

En prenant la moyenne de ces deux séries concordantes, on a finalement :

Chal. de comb. moléc. à pres. const.. $479^{Cal},20$ Chal. de form.. $-23^{Cal},80$

1° Les deux carbylamines étudiées sont donc, à partir de leurs éléments, des composés fortement endothermiques et par suite à tendance explosive; celle-ci s'est manifestée fréquemment, soit au cours de la préparation des ampoules qui éclataient brusquement quand le col rempli de vapeur était chauffé pour la fermeture, soit dans la bombe dont les supports intérieurs et la capsule de platine ont été maintes fois tordus et déchiquetés par les explosions.

2° *Singularité thermique des carbylamines.* — L'appoint thermique normal des atomes qui forment la molécule de méthylcarbylamine, calculé comme je l'ai indiqué, s'élève à $(2 \times 102 + 3\frac{55}{2} + 16,5)$, soit 303^{Cal}; comme il est inférieur de $15^{Cal},7$ à la valeur réelle, il faut en conclure que ce composé tient en réserve anormale ces $15^{Cal},7$ qui sont la caractéristique de ses singularités. Pour l'éthylcarbylamine, il en est de même et la réserve anormale s'élève ici à $19^{Cal},2$. On doit donc admettre que la chaleur de combustion de ces deux carbylamines, et par suite celle de toutes les autres, surpasse d'environ 17^{Cal} l'appoint thermique régulier des atomes contenus. Grâce à cette surcharge, on peut prévoir par exemple pour la phénylcarbylamine que le nombre calculé 885^{Cal} est extrêmement voisin de la chaleur de combustion effective.

3° L'acide cyanhydrique CHAz considéré comme une carbylamine doit

avoir pour chaleur de combustion $102 + \frac{55}{2} + 16{,}5 - 10 + 17 = 153^{\text{Cal}}$, tandis que ce même composé supposé nitrile doit avoir pour chaleur de combustion $102 + \frac{55}{2} + 16{,}5 = 146^{\text{Cal}}$. Or les mesures de M. Berthelot (*loc. cit.*, p. 168) ont donné $153^{\text{Cal}},6$ (liq.); *l'acide cyanhydrique serait donc une carbylamine* C(H Az).

4° *Hydratation des carbylamines.* — La fixation de deux molécules d'eau qui scinde la molécule de carbylamine en acide formique et amine primaire donne lieu comme on le voit facilement au phénomène thermique suivant :

$$C(RAz)\text{liq.} + 2H^2O\text{ liq.} = H - CO^2H\text{ liq.} + AzH^2R\text{ liq.} \left\{ \begin{array}{l} -1^{\text{Cal}},1 \text{ si } R = CH^3. \\ +7^{\text{Cal}},5 \text{ si } R = C^2H^5. \end{array} \right.$$

Quant à la première étape, fixation d'une molécule d'eau et formation de formiamides substituées, elle ne peut être évaluée expérimentalement, car ces formiamides n'ont pas été étudiées; mais on peut par les considérations que j'ai exposées (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. V, 1905, p. 13) admettre pour chaleur de formation de $H - CO - Az\langle^{H}_{R}$ les valeurs 61^{Cal} environ pour $R = CH^3$ et 68^{Cal} pour $R = C^2H^5$, ce qui donne pour cette première étape un dégagement de 20^{Cal} environ pour la méthyl et 23^{Cal} environ pour l'éthylcarbylamine.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des réactifs de la fonction aldéhydique sur le glyoxylate d'éthyle.* Note de MM. **L.-J. Simon** et **G. Chavanne**, présentée par M. H. Moissan.

Nous avons indiqué antérieurement l'obtention de l'éther allantoïque, le plus simple des éthers diuréiques, et la synthèse régulière de l'allantoïne qui s'en déduit. Nous y sommes parvenus en faisant réagir l'urée sur le glyoxylate d'éthyle; nulle mention de cet éther n'étant faite dans la littérature, nous nous le sommes procuré par l'électrolyse de l'oxalate d'éthyle; il était nécessaire de l'identifier par ses dérivés les plus directs. L'objet de cette Note est de décrire l'action de la phénylhydrazine, de l'hydroxylamine et de la semicarbazide.

Phénylhydrazone : $C^6H^5 - NH - N = CH - CO^2C^2H^5$. — La phénylhydrazine réagit très vivement sur le glyoxylate d'éthyle en fournissant l'hydrazone correspondante; cette réaction se produit également en pré-

sence de l'eau et la cristallisation de l'hydrazone est immédiate si l'on prend la précaution d'aciduler ou, ce qui revient au même, si l'on emploie le chlorhydrate de phénylhydrazine.

Cette hydrazone, insoluble dans l'eau froide, permet de reconnaître des traces de glyoxylate d'éthyle et de le doser d'une façon très satisfaisante, ce qui nous a été précieux pour préciser les meilleures conditions de sa préparation. Par refroidissement de sa solution dans l'alcool étendu bouillant ou par évaporation de sa solution acétonique, la phénylhydrazone se présente sous forme de cristaux tricliniques jaune paille, possédant une biréfringence remarquable, déjà très appréciable à l'œil pour une épaisseur de 2^{mm} à 3^{mm}. C'est là une propriété que possède également la phénylhydrazone du pyruvate d'éthyle et qui a été étudiée par M. H. Dufet. Ces cristaux sont mous et par pression se clivent suivant deux directions ; nous n'avons pu encore les obtenir avec des faces assez planes pour être soumises à l'examen cristallographique. La phénylhydrazone fond à 131°. comme l'a indiqué Pechmann, qui l'a obtenu le premier, à partir de l'éther diazoacétique. Elle peut même être chauffée à 170° ; elle distille aux environs de cette température sous pression réduite et cristallise sans altération par refroidissement.

La saponification alcaline de cette substance conduit à l'acide correspondant ; la potasse aqueuse dissout lentement l'hydrazone au bain-marie ; mais, si l'on acidule la liqueur rouge ainsi obtenue, on n'obtient que des résines ; au contraire, la saponification se fait régulièrement en solution alcoolique ; en solution concentrée, il se produit une cristallisation du sel de potassium $C^6H^5 - NH = N - CH - CO^2K + \frac{1}{2}(C^2H^5OH)$ assez soluble dans l'alcool et *très soluble dans l'eau.*

Lorsqu'on fait dissoudre dans la potasse alcoolique froide la phénylhydrazone du glyoxylate d'éthyle, elle commence par s'y dissoudre en lui communiquant une teinte rouge foncé, puis tout se prend en masse ; si, à ce moment, on essore et qu'on lave avec un peu d'alcool, on obtient une masse blanc jaunâtre d'un dérivé potassique de l'éther.

$$C^6H^5 - NH = N - CK - CO^2C^3H^5 + C^6H^5 - NH = N - CH - CO^2C^2H^5.$$

Ce dérivé se transforme ultérieurement en le sel de potassium précédent ; mais il peut se conserver à l'état sec.

Le sel de potassium dissous dans l'eau fournit par acidification l'hydrazone de l'acide glyoxylique $C^6H^5 - NH = N - CH - CO^2H$; c'est un acide fort que l'on peut titrer alcalimétriquement ; il ne fond pas, mais se décompose

à une température qui varie avec la vitesse de chauffe : au bain de mercure (en moins de 5 secondes) à 163°, dans l'appareil usuel à 141°. Maintenu à l'étuve à 110°-120° il s'y décompose également en brunissant; il est également décomposé par l'eau bouillante. Il est donc beaucoup moins stable, non seulement que son éther, mais encore que son homologue dérivé de l'acide pyruvique. Comme ce dernier il se dissout dans l'acide sulfurique concentré en lui communiquant une légère coloration. Cette solution prend par l'addition de bichromate de potassium une belle teinte rouge. L'éther présente la même particularité (Pechmann) mais la teinte est plus violacée avec l'acide.

Oxime : $(OH)N = CH - CO^2C^2H^5$. — Le glyoxylate d'éthyle déplace l'acide chlorhydrique du chlorhydrate d'hydroxylamine; la production de l'oxime est accompagnée de particularités sur lesquelles nous ne nous étendrons pas ici. Quoi qu'il en soit, l'oxime distillée passe à 115° sous la pression de 15^{mm}, à 110°-111° sous la pression de 12^{mm} et se concrète par refroidissement. Dissoute dans un mélange d'éther et d'éther de pétrole que l'on évapore rapidement dans un courant d'air sec, elle cristallise en longues aiguilles dures fondant à 35°, très déliquescentes, solubles dans les solvants organiques bien identiques au produit obtenu par MM. Bouveault et Wahl par l'action du sulfate acide de nitrosyle sur l'éther acétylacétique. Cette oxime présente bien des propriétés acides mais ne peut être titrée alcalimétriquement. La solution à peu près neutralisée donne avec le nitrate d'argent un précipité blanc jaunâtre soluble dans l'ammoniaque et l'acide nitrique, réduit lentement à la lumière et rapidement à l'ébullition de la liqueur aqueuse dans laquelle il se forme.

L'acide correspondant $(OH)N = CH - CO^2H$ résulte de la saponification de l'éther par la potasse étendue, comme l'ont déjà montré Bouveault et Wahl. Il ne fond pas, mais se décompose de 130° à 140° suivant la vitesse avec laquelle on le chauffe.

L'amide $(OH)N = CH - CONH^2$ s'obtient en dissolvant l'éther dans l'ammoniaque aqueuse et évaporant; cristallisée dans l'eau où elle est très soluble, elle se présente sous forme de belles lamelles rhombiques, incolores et transparentes; elle se décompose à 126° en brunissant; sa solution aqueuse concentrée donne par addition de nitrate d'argent un précipité cristallin se formant lentement d'une combinaison d'addition : elle est donc bien identique avec le produit obtenu récemment par M. F. Ratz (*Monatshefte f. Chemie,* 1905) à partir de la nitroacétamide d'une part et du nitrosoacétate d'éthyle d'autre part.

Semicarbazone : $NH^2 - CO - NH - N = CH - CO^2C^2H^5$. — Le glyoxylate d'éthyle déplace l'acide chlorhydrique du chlorhydrate de semicarbazide et se condense avec la base à la manière des aldéhydes.

On dissout dans la plus petite quantité d'eau possible le chlorhydrate et l'on y ajoute l'éther glyoxylique; tout se prend aussitôt en masse en même temps que, comme pour l'oxime, on observe le départ de gaz chlorhydrique accompagné d'un vif échauffement. On essore, on lave à l'eau froide jusqu'à élimination totale de l'acide chlorhydrique puis à l'alcool. Les eaux mères additionnées d'acétate de sodium fournissent une nouvelle récolte.

La semicarbazone fond et se décompose à 228° (sur le bain de mercure); elle paraît insoluble dans presque tous les solvants. Elle se dissout cependant dans l'eau bouillante et cristallise par refroidissement; mais on ne peut la purifier par ce moyen car, par ébullition avec l'eau, elle subit un commencement de saponification.

Cette saponification se produit plus régulièrement par dissolution dans la potasse aqueuse; en acidulant il se produit un précipité blanc de la semicarbazone de l'acide glyoxylique $NH^2 - CO - NH - N = CH - CO^2H$. Celle-ci a été analysée et titrée alcalimétriquement; elle se décompose à 258° (au bain de mercure) et a déjà été rencontrée par MM. Bouveault et Wahl dans une spécification de l'acide glyoxylique [1]: ils indiquent 240° comme point de décomposition.

La semicarbazone du glyoxylate d'éthyle, chauffée au réfrigérant ascendant avec l'ammoniaque aqueuse, s'y dissout et par refroidissement on recueille une masse blanche feutrée constituée par l'amide

$$NH^2 - CO - NH - N = CH - CONH^2$$

qui se décompose à 217°-218°.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'éthérification de l'anhydride arsénieux par les alcools et le phénol.* Note de M. V. AUGER, présentée par M. H. Moissan.

J'ai été amené à effectuer cette étude à la suite d'une observation assez curieuse : l'anhydride arsénieux n'est pas volatil avec la vapeur d'eau, tandis qu'il passe en quantité notable avec les vapeurs d'alcool méthylique.

---

(1) *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXXI, 1904, p. 682.

Il n'était guère possible d'interpréter ce phénomène autrement qu'en admettant la formation d'un éther méthylarsénieux.

Dans ses recherches sur les éthers arsénieux, J.-M. Crafts [1] dit avoir chauffé de l'anhydride arsénieux avec de l'alcool éthylique en tube scellé, et n'avoir point observé la formation d'un éther. D'autre part [2], j'ai montré que l'acide arsénique, chauffé avec de la glycérine, fournit très facilement un arséniate, très instable en présence de l'eau. Il semblait vraisemblable que les alcools simples agiraient de même avec l'anhydride arsénieux, mais en fournissant très peu d'éther par suite de l'action hydrolysante de l'eau formée dans la réaction, qu'on ne peut éliminer par distillation, en opérant avec les premiers termes de la série alcoolique.

Pour étudier cette éthérification, on a opéré de la façon suivante : l'alcool fut chauffé vers 160° à 180°, avec un excès d'anhydride arsénieux cristallisé, et, dans une portion du liquide refroidi, l'arsenic fut dosé à l'iode. D'autre part, on a agité pendant quelques heures, à froid, le même alcool, avec un excès d'anhydride arsénieux, et dosé l'arsenic dissous dans le liquide clair. La différence en teneur d'arsenic indiquait approximativement la qualité d'éther formé.

Nous avons dû opérer avec l'anhydride cristallisé, la modification vitreuse présentant des anomalies de solubilité considérables.

Ainsi : l'alcool isoamylique dissout, à froid, $0^g,33$ pour 100^{cm^3} d'anhydride vitreux, et seulement $0^g,068$ pour 100^{cm^3} d'anhydride cristallisé.

Alcool méthylique. — A froid l'éthérification a lieu très lentement; la limite est atteinte au bout de 14 heures environ, et correspond à 5,16 pour 100 d'éther formé.

En opérant à chaud, vers 150°, on obtient, après 3^h de chauffe, 6,5 pour 100 d'éther; après 18^h, la quantité d'éther formé diminue pour revenir à la limite obtenue à froid, soit 5 pour 100.

Alcool éthylique. — On obtient, à chaud, 1,2 d'éther pour 100. En fractionnant par distillation 1000^{cm^3} d'alcool absolu chauffé à l'ascendant au préalable sur un excès d'anhydride arsénieux, on a pu obtenir environ $2^g,5$ d'un liquide bouillant de 100° à 165° et titrant 81 pour 100 d'arsénite d'éthyle.

Alcools supérieurs. — Voici le Tableau représentant les résultats obtenus, en chauffant à 160° à 170° environ.

	Anhydride		
100^{cm^3} d'alcool :	dissous après chauffage.	soluble à froid.	éthérifié.
Propylique	1,18	0,027	1,153
Isopropylique	0,14	0,028	0,112
Isobutylique	0,37	0,01	0,36
Isoamylique	0,27	0,08	0,19

[1] J.-M. Crafts, *Bull. Soc. chim.*, t. XIV, p. 99.

[2] Auger, *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 238.

Préparation des éthers arsénieux. — Nous avons réussi à obtenir directement les éthers arsénieux purs en éliminant l'eau au fur et à mesure de sa formation, soit par distillation fractionnée (éthers isobutylique et isoamylique), soit en faisant passer le mélange eau et alcool en vapeur sur du carbure de calcium placé dans une allonge, et qui enlevait l'eau au fur et à mesure, laissant retomber l'alcool dans le ballon contenant l'anhydride arsénieux (alcools éthylique, propylique, butylique normal). On obtient ainsi, avec un excellent rendement, les arsénites de ces alcools. Comme on n'a pas préparé jusqu'ici ceux des alcools propylique, butylique et isobutylique, nous donnons ici le point d'ébullition et l'analyse de ces derniers.

Arsénite de propyle $As(OC^3H^7)^3$. — Point d'ébullition, 217°. As pour 100 : trouvé, 29,9; calculé, 29,76.

Arsénite de butyle normal $As(OC^4H^9)^3$. — Point d'ébullition, 263°. As pour 100 : trouvé, 25,7; calculé, 25,5.

Arsénite d'isobutyle $As(OC^4H^9)^3$. — Point d'ébullition, 242°. As pour 100 : trouvé, 25,4; calculé, 25,5.

Le phénol se comporte comme les alcools aliphaliques et fournit l'arsénite de phényle qui n'avait jusqu'ici été obtenu que par l'action du phénol sodé sur le trichlorure d'arsenic.

J'adresse ici mes sincères remerciements à M. Bongrant qui m'a beau coup aidé dans la première partie de ce travail.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les acides azoïques orthosubstitués et sur leur transformation en dérives c-oxyindazyliques.* Note de M. **P. Freundler**, présentée par M. H. Moissan.

J'ai montré récemment (¹) que l'acide benzène-azo-*o*-benzoïque se transformait à froid, sous l'influence du chlorure de thionyle ou du perchlorure de phosphore, en dérivé *c*-oxyindazylique chloré dans le noyau aromatique :

$$C^6H^4\left\langle\begin{matrix}CO^2H\\ Az=Az\end{matrix}\right\rangle C^6H^5 + PCl^5 = POCl^3 + HCl + C^6H^3Cl\left\langle\begin{matrix}C\diagup OH\\ | \\ Az\end{matrix}\right\rangle Az.C^6H^5.$$

La position de l'atome de chlore n'avait pas été déterminée.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXLII, p. 1153.

J'ai pu établir que cette réaction caractérise d'une façon absolue les azoïques *ortho*-carboxylés, car les isomères *méta* et *para* fournissent, dans les mêmes conditions, les chlorures d'acides normaux correspondants.

C'est le cas notamment de l'*acide benzène-azo-m-benzoïque* (point de fusion 170°-171°), qui a été préparé en condensant le nitrosobenzène avec l'éther *m*-aminobenzoïque, et en saponifiant ensuite l'*éther benzène-azobenzoïque* ainsi obtenu (point de fusion de l'éther méthylique 58°). L'*amide* correspondante fond à 198°-199°.

Au contraire, l'*acide chloro-4-benzène-azo-o-benzoïque* et l'*acide dichloré-2.4* se comportent, vis-à-vis du perchlorure de phosphore, comme l'acide benzène-azo-*o*-benzoïque lui-même.

J'ai cherché ensuite à fixer la position de l'atome de chlore dans le chloroxyindazol mentionné plus haut. J'y suis arrivé en identifiant son produit d'oxydation avec un acide chloro-4-benzène-azo-*o*-benzoïque préparé synthétiquement.

A cet effet, l'acétylanthranilate de méthyle $C^6H^4\begin{cases}AzH.COCH^3 & (1)\\ CO^2H^3 & (2)\end{cases}$ a été soumis, en solution acétique chaude, à l'action de l'hypochlorite de soude (1^{mol}); on obtient ainsi un *chloro-acétylanthranilate de méthyle* [1] (point de fusion 127°), que l'on saponifie par l'acide chlorhydrique concentré bouillant. L'*acide chloranthranilique* résultant (point de fusion 211°-212°) possède la constitution

$$C^6H^3.AzH^2.CO^2H.Cl(1.2.4),$$

car il fournit de la *p*-chloraniline lorsqu'on le chauffe vers 200°. Cet acide a été ensuite éthérifié par le gaz chlorhydrique et l'alcool méthylique bouillant, et l'*éther méthylique* (point de fusion 69°, point d'ébullition 168°-170° sous 22^{mm}) a été condensé avec le nitrosobenzène en solution acéto-alcoolique. Enfin, l'éther chlorobenzène-azobenzoïque a été saponifié par la potasse alcoolique; l'*acide libre*, qui possède la formule (I), s'est trouvé être identique à l'acide chlorobenzène-azo-*o*-benzoïque provenant du chloroxyindazol fusible à 266°. Ce dernier possède donc la formule (II) :

Cl–C₆H₃(CO²H)–Az=Az–C⁶H⁵, (I)

Cl–C₆H₃<(C–OH)(Az)>Az.C⁶H⁵. (II)

L'acide chloro-4-benzène-azobenzoïque étant traité à son tour par le perchlorure de phosphore, fournit un *dichloroxyindazol* fusible à 186°-187°,

(1) Il ne m'a pas été possible d'introduire dans le noyau aromatique un second atome de chlore en position 6. Ni l'hypochlorite, ni le chlore ne réagissent sur le chloracétylanthranilate de méthyle, dans les conditions habituelles.

dans lequel le second atome de chlore occupe très probablement la position 6. Il y a donc une certaine analogie entre le mécanisme de cette réaction et celui de la chloruration de l'acétanilide, la substitution du chlore dans le noyau résultant de la transposition moléculaire d'un produit d'addition chloré à l'azote.

Le manque de matière première m'empêche provisoirement de poursuivre ce cycle de transformations et de déterminer si la formation des oxy-indazols est limitée par la substitution des atomes d'hydrogène en position ortho et para dans le noyau benzénique.

J'ajouterai que les dérivés *c*-oxyindazyliques peuvent être obtenus par des réactions différentes.

La réduction alcaline de l'alcool *o*-nitrobenzylique (¹) fournit, en effet, entre autres produits, un composé $C^{14}H^8Az^2O^2$, que M. Carré (²) a démontré être la lactone de l'acide *c*-oxyindazylbenzoïque :

$$C^6H^4\left\langle \begin{matrix} C(OH) \\ | \\ Az \end{matrix} \right\rangle Az - C^6H^4(CO^2H).$$

Cette lactone se forme également lorsqu'on décompose par la chaleur l'acide *o*-hydrazobenzoïque et même l'acide *o*-azobenzoïqne. M. Bamberger l'a obtenue aussi en faisant agir l'acide acétique sur l'aldéhyde *o*-azoxybenzoïque (³).

Enfin, le *phényloxyindazol* lui-même a été préparé par M. de Laborderie et par moi en saponifiant l'*acétal benzène-o-azobenzoïque* par l'acide sulfurique dilué :

$$C^6H^4\left\langle \begin{matrix} CH\left\langle \begin{matrix} OCH^3 \\ OCH^3 \end{matrix} \right. \\ Az = Az \end{matrix} \right\rangle C^6H^5 + H^2O = C^6H^4\left\langle \begin{matrix} C(OH) \\ | \\ Az \end{matrix} \right\rangle Az\,C^6H^5 + 2\,CH^3.OH.$$

Ce composé cristallise en aiguilles fusibles à 216°-217°.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 1425.
(²) *Comptes rendus*, t. CXLIII, p. 54.
(³) Communication particulière.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Condensation de l'éther oxalacétique avec l'éther cyanacétique en présence de pipéridine.* Note de M. **Ch. Schmitt**, présentée par M. A. Haller.

Continuant l'étude de l'action condensante des amines sur les éthers cyanacétiques en présence des éthers cétoniques, j'ai mis en présence, dans les conditions décrites antérieurement (1), 30g d'oxalacétate d'éthyle, 20g de cyanacétate d'éthyle et 5 gouttes de pipéridine. Contrairement à ce qui s'est passé dans les opérations précédentes, aucune réaction n'a paru se produire. Au bout de quelques jours, j'ai porté le mélange au bain-marie pour amorcer la réaction, puis je l'ai abandonné à nouveau à la température du laboratoire. Huit jours après, j'ai recueilli par essorage les aiguilles cristallines qui s'étaient formées au sein du liquide et qui, purifiées par cristallisation dans la benzine, fondaient à 75°.

Les eaux mères distillées laissent passer entre 190° et 230° une huile jaunâtre très visqueuse qui, par refroidissement, se prend immédiatement en une masse cristalline qui m'a fourni une nouvelle quantité de corps fondant à 75°.

Ce corps répond à la formule centésimale $C^{13}H^{17}O^6N$.

Il prend naissance dans la réaction suivante :

$$\underset{CO^2C^2H^5}{\overset{CH^2}{|}} - \underset{CO^2C^2H^5}{\overset{C=O}{|}} + \underset{CO^2C^2H^5}{\overset{CH^2}{|}} - CN = H^2O + \underset{CO^2C^2H^5}{\overset{CH^2}{|}} - \underset{CO^2C^2H^5}{\overset{C}{|}} = \underset{CO^2C^2H^5}{\overset{C}{|}} - CN$$

qui en fait le *cyanopropènetricarboxylate d'éthyle*. Ce corps est neutre. Sous l'action des acides et des alcalis il perd de l'acide carbonique mais ne donne naissance à aucun produit défini.

Il diffère donc de celui que G. Errera et F. Perciabosco (2) ont décrit sous forme d'une huile lourde, jaune, à réaction nettement acide, distillant difficilement dans le vide à 215° sous 20^{mm}, qu'ils avaient obtenue par action d'un alcali dilué sur l'éther éthylique de l'acide isoiminocarboxyaconitique.

Ces chimistes avaient admis que la réaction se passait suivant l'équation

$$C^2H^5CO^2 - C\begin{cases} \overset{1}{CH}(CO^2C^2H^5) - \overset{5}{C} = NH \\ {}_2\ \underset{3}{C}(CO^2C^2H^5) - \underset{4}{CO^2} \end{cases} = CO^2 + \underset{CO^2C^2H^5}{\overset{CH^2}{|}} - \underset{CO^2C^2H^5}{\overset{C}{|}} = \underset{CO^2C^2H^5}{\overset{C}{|}} - CN$$

et que la rupture du noyau se faisait entre les atomes de carbone 1 et 5.

(1) *Comptes rendus*, t. CXL, 22 mai 1905, p. 1400.

(2) G. Errera et F. Perciabosco, *Berichte*, t. XXXIV, 1901, p. 3704.

Il est plus simple d'admettre que cette rupture a lieu entre les atomes de carbone 3 et 4 et que le composé de G. Errera et F. Perciabosco répond à la formule

$$\begin{array}{llll} CN - & CH & \text{———} C & = CH \\ & | & \ \ | & \ \ | \\ & CO^2C^2H^5 & CO^2C^2H^5 & CO^2C^2H^5 \end{array}$$

qui explique bien sa réaction acide par la présence de deux groupes —CH. C'est du reste à cette formule que se sont arrêtés, dans un travail récent, H. Rogerson et J.-F. Thorpe (¹). Ils l'ont établie par une nouvelle synthèse de ce corps et par l'étude de ses propriétés.

L'oxalacétate d'éthyle réagit sur le cyanacétate d'éthyle sodé suivant l'équation

$$\begin{array}{ll} CN - C - NaH \\ \quad\ \ | \\ \quad CO^2C^2H^5 \end{array} + \begin{array}{ll} COH \text{——} & CH \\ | & | \\ CO^2C^2H^5 & CO^2C^2H^5 \end{array} = H^2O + \begin{array}{llll} CN - & CNa \text{——} & C = & CH \\ & | & | & | \\ & CO^2C^2H^5 & CO^2C^2H^5 & CO^2C^2H^5 \end{array}$$

Ce dernier corps perd sa fonction nitrile sous l'action de l'acide chlorhydrique et donne naissance à de l'acide aconitique qu'on caractérise par son point de fusion (191°) et par sa transformation en anhydride sous l'action de la chaleur.

L'acide sulfurique concentré à froid mène à l'éther dihydroxycinchoméronique ou 2.6-dihydropyridine-4.5-dicarboxylique.

Enfin la potasse alcoolique pousse la saponification plus loin et conduit à l'acide citrazinique ou 2.6-dihydroxypyridine-4-carboxylique.

En résumé, il existe deux corps bien distincts dérivés de l'éther cyanacétique, de formule globale $C^3H^{17}O^6N$:

L'un à réaction acide de formule

$$\begin{array}{llll} CN - & CH & \text{———} C & = CH \\ & | & \ \ | & \ \ | \\ & CO^2HC^{25} & CO^2C^2H^5 & CO^2C^2H^5 \end{array}$$

préparé par G. Errera et F. Perciabosco d'une part, et par H. Rogerson et J.-F. Thorpe de l'autre, et un autre à réaction neutre obtenu par nous et répondant à la formule

$$\begin{array}{lll} CH^2 \text{———} & C = & C - CN \\ | & | & | \\ CO^2C^2H^5 & CO^2C^2H^5 & CO^2C^2H^5 \end{array}$$

(¹) H. Rogerson et J.-F. Thorpe, *Chem. Soc.*, t. XXXIX et XL, p. 631.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Remplacement de l'oxhydryle de quelques carbinols par le radical éthyloïque* — CH^2CO^2H. Note de M. **R. Fosse**, présentée par M. A. Haller.

L'oxhydryle des carbinols aromatiques, secondaires, substitués par les restes

$$CH^3-O.., \qquad CH^2\begin{cases}O..\\O..\end{cases}, \qquad \begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\Big\rangle N..$$

peut facilement céder sa place au radical éthyloïque $-CH^2-CO^2H$.

Ces dérivés hydroxylés et l'acide malonique perdent aisément 1^{mol} d'eau et d'anhydride carbonique en produisant une nouvelle série d'acides propioniques, bisubstitués en β :

$$\rangle CHOH + CH^2\begin{cases}CO^2H\\CO^2H\end{cases} = H^2O + CO^2 + \rangle CH - CH^2 - CO^2H.$$

C'est une nouvelle réaction. Elle doit être rapprochée de celle, bien connue, des aldéhydes et de l'acide malonique, qui conduit à des acides propénoïques, monosubstitués en β :

$$-\overset{\diagup H}{C}=O + CH^2\begin{cases}CO^2H\\CO^2H\end{cases} = H^2O + CO^2 + -\overset{\diagup H}{C}=CH-CO^2H.$$

Les belles méthodes de synthèses de M. Grignard nous ont permis de nous procurer sans peine la plupart des carbinols nécessaires pour préparer les acides décrits dans cette Note.

Acide paraméthoxyphényl-phényl-ββ-propionique :

$$CH^3O\langle\text{—}\rangle-\underset{\substack{|\\CH^2\\|\\CO^2H}}{CH}-\langle\text{—}\rangle$$

Il fond sur le mercure de 121°,5 à 122°,5. La nature de ce corps a été établie par son analyse, son titrage et par l'analyse de son sel d'argent : A. Ag, blanc amorphe.

Acide p.-méthoxyphényl-α-naphtyl-ββ-propionique :

$$CH^3.O.\quad —CH\quad —$$
$$CH^2$$
$$CO^2H$$

Nous avons préparé et analysé son sel d'argent A. Ag, blanc, amorphe et son paratoluide $CH^3.O.C^6H^4—\underset{C^6H^5}{CH}—CH^2—CO.NH.C^6H^4.CH^3$ *p.*, fondant à 176°-177° en tube étroit (n. c.).

Acide méthylène-dioxy-3.4-phényl-phényl-ββ-propionique :

$$CH^2\left\langle\begin{matrix}O—\\O—\end{matrix}\right.\quad —CH\quad —$$
$$CH^2$$
$$CO^2H$$

Il fond sur le mercure à 155°-156° (n. c.). Il a été titré et analysé. On a préparé et analysé son sel d'argent A. Ag blanc, amorphe.

Acide méthylène dioxy-3.4-phényl-α-naphtyl-ββ-propionique :

$$CH^2\left\langle\begin{matrix}O—\\O—\end{matrix}\right.\quad —CH\quad —$$
$$CH^2$$
$$CO^2H$$

Il fond en tube étroit vers 205° n. c. On a préparé et analysé son sel d'argent A. Ag blanc amorphe.

Acide méthylène dioxy-3.4-phényl-p.-toluyl-ββ-propionique :

$$CH^2\left\langle\begin{matrix}O—\\O—\end{matrix}\right.\quad —CH\quad —\quad —CH^3$$
$$CH^2$$
$$CO^2H$$

Il fond sur le mercure à 161° n. c. Il a été titré et analysé. On a préparé et analysé son sel d'argent A. Ag amorphe.

Acide p.-diméthylaminophényl-phényl-ββ-propionique :

$$\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!\Big\rangle N—\quad —CH\quad —$$
$$CH^2$$
$$CO^2H$$

Il fond sur le mercure à 184°,5 n. c. Il a été titré et analysé. On a préparé et analysé son sel d'argent A. Ag.

Acide p.-diméthylaminophényl-α-naphtyl-ββ-propionique :

$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix} \!\!> N - C_6H_4 - \underset{\underset{CO^2H}{|}}{\underset{CH^2}{\underset{|}{CH}}} - C_{10}H_7$$

Il fond vers 183° en tube étroit n. c. On a préparé et analysé les sels suivants : A.Ag; A²Pb; A²Ca.

Acide p.-p.-tétraméthyldiaminodiphényl-ββ-propionique :

$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix} \!\!> N - C_6H_4 - \underset{\underset{CO^2H}{|}}{\underset{CH^2}{\underset{|}{CH}}} - C_6H_4 - N < \begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}$$

Il fond en tube étroit de 222° à 230°. On a préparé et analysé les sels suivants : le sel d'argent A.Ag; le sel de potassium A.K, qu'on a fait cristalliser dans du benzène contenant un peu d'alcool; A.Na cristaux blancs; A²Ca cristaux arborescents, blancs après dessiccation; A²Pb blanc amorphe. Le sel de baryum cristallise de l'eau en longues aiguilles incolores, devenant opaques par dessiccation à l'étuve et répondant à la formule A²Ba.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la constitution de l'hordénine.* Note de M. E. Léger, présentée par M. Guignard.

Les recherches que j'ai entreprises sur ce sujet [1] m'ont conduit à représenter l'hordénine par la formule suivante :

$$C^6H^4 < \begin{matrix} CH^2 - CH^2 - N < \begin{matrix} CH^3 \\ CH^3. \end{matrix} \\ OH \end{matrix}$$

Une question restait jusqu'à présent indécise : celle de la position de l'oxhydryle sur le noyau benzénique. Je rappellerai que la réaction d'Hofmann, appliquée à l'hordénine, m'a fourni, indépendamment de la triméthylamine, un corps amorphe à fonction phénolique, ainsi qu'une très petite quantité d'un liquide insoluble dans l'eau et d'une densité supérieure à celle-ci. Ce produit, donnant avec Fe^2Cl^6 et SO^4H^2 une coloration rouge violet, j'ai pensé un instant avoir affaire à l'hydrocoumarone, corps qui donne la même réaction.

(1) *Comptes rendus*, t. CXLIII, p. 234.

La formation d'hydrocoumarone aurait été un argument en faveur de la position *ortho* de l'oxhydryle de l'hordénine.

Il résulte cependant des expériences suivantes que la question doit être tranchée dans un sens différent.

Oxydation de l'acétylhordénine. — Le permanganate de potassium, agissant sur l'hordénine, ne m'ayant fourni que de l'acide oxalique, j'ai, selon l'usage, substitué à l'hordénine son éther-sel acétique : l'acétylhordénine.

A la température de 0°, le permanganate est presque sans action sur la solution aqueuse d'acétylhordénine ; à 18°, l'action est encore fort lente.

La température optima de la réaction est voisine de 60°. Voici la marche à suivre; disons d'abord qu'il est inutile d'isoler le produit acétylé.

5g d'hordénine sont chauffés pendant 3 heures, à 100°, avec 10g d'anhydride acétique. Le liquide, qui s'est coloré pendant l'opération, est versé dans 500cm³ d'eau à 60°. On a préparé, d'autre part, une solution de permanganate de potassium, à 3 pour 100, dans l'eau à 60°. La solution d'acétylhordénine, ayant été presque neutralisée par addition de carbonate de sodium, on y verse la solution de permanganate jusqu'à ce qu'il y en ait un excès (environ 700cm³ à 750cm³). L'oxydant doit être ajouté par large filet et l'opération doit être conduite assez rapidement pour être terminée en 10 ou 15 minutes; après quoi on décompose l'excès de permanganate par addition d'alcool.

Après filtration et refroidissement, le liquide jaune est sursaturé par HCl et épuisé à l'éther ; ce dernier étant distillé, il reste un résidu huileux qui cristallise immédiatement. Il est bon de faire une deuxième opération semblable. 10g d'hordénine fournissent ainsi 6g de produit brut, constitué par un acide aromatique, lequel exposé à l'air perd l'acide acétique qui le souille.

Pour le purifier on verse sur cet acide, placé dans un ballon, 250cm³ d'eau bouillante renfermant 10 pour 100 d'alcool. L'acide, fort peu soluble à froid, cristallise par refroidissement. On lui fait subir une deuxième cristallisation, opérée comme la première; mais, avant de filtrer, on fait digérer la solution, pendant quelques instants, avec du noir animal lavé. L'acide se dépose enfin en lamelles rectangulaires, minces, à éclat nacré. Ce corps n'est autre chose que l'acide acétylpara-oxybenzoïque.

Identification de l'acide acétylpara-oxybenzoïque de l'hordénine. — En vue de cette identification j'ai préparé le dérivé acétylé de l'acide para-oxybenzoïque en chauffant pendant 4 heures, à 100°, 4g de cet acide avec 2g d'acétate de sodium fondu et 10g d'anhydride acétique. Le produit de la réaction, lavé à l'eau, a été purifié par cristallisation dans l'alcool à 10 pour 100. Je résumerai sous forme de Tableau le résultat de la comparaison des corps des deux origines :

Propriétés.	Acide acétylpara-oxybenzoïque de l'hordénine.	Acide para-oxybenzoïque acétylé.
Solubilité dans l'eau froide :	A peine soluble	A peine soluble
Aspect :	Lamelles rectangulaires minces à éclat nacré	Lamelles rectangulaires minces à éclat nacré
Point de fusion (corrigé) :	184°,9	184°,7, 185°(Klepl) (1)
Quantité de $Ba(OH)^2$ nécessaire à la saturation de 1g d'acide en présence de phénolphtaléine :	0g,4882	0g,4880

L'identité des deux corps ne saurait être douteuse; celle-ci s'affirme encore si l'on compare les acides para-oxybenzoïques provenant de leur saponification. Ces derniers acides, après dessiccation à 100°, fondaient exactement à la même température : 212°-213° (corrigé, fusion rapide).

Ces résultats fixent définitivement la position de l'oxhydryle de l'hordénine en *para*, par rapport à la chaîne latérale azotée. L'hordénine est donc la *para-oxyphényléthyldiméthylamine*. Elle est en relation étroite avec le corps $(4)\,OH - C^6H^4 - (1)\,CH^2 - CH^2 - NH^2$: la para-oxyphényléthylamine qui se produit lorsque l'on chauffe la tyrosine à 270°. Si donc la diméthyltyrosine était connue, il serait vraisemblablement possible de la dédoubler, par la chaleur, en CO^2 et hordénine, comme la tyrosine se dédouble, dans les mêmes circonstances, en CO^2 et *p*-oxyphényléthylamine.

Piria a reconnu que la tyrosine, chauffée avec SO^4H^2, se transforme en une substance dont la solution neutre se colore en violet par Fe^2Cl^6; or, l'hordénine donne aussi cette réaction.

La constitution de l'hordénine étant ainsi définitivement établie, on conçoit que la synthèse de cette base puisse s'opérer en faisant agir le bromure du radical de l'alcool para-oxyphényléthylique :

$$(4)\,OH - C^6H^4 - (1)\,CH^2 - CH^2Br$$

sur la diméthylamine.

Cet alcool étant inconnu, je vais m'efforcer de le préparer afin de tenter la reproduction synthétique de l'hordénine.

(1) Klepl, *Journ. für prak. Ch.*, t. XXVIII, 1883, p. 211.

MINÉRALOGIE. — *Sur les roches volcaniques de la presqu'île du Cap-Vert (Sénégal)*. Note de M. JEAN CHAUTARD, présentée par M. Michel Lévy.

Les recherches, sur la constitution géologique de l'Ouest africain, que j'ai entreprises pour le compte du Gouvernement général de l'Afrique occidentale française, et qui ont eu pour objet l'établissement de la carte géologique de la presqu'île du Cap-Vert, m'ont amené à constater dans cette presqu'île l'existence de deux séries de roches volcaniques dont les positions stratigraphiques relatives sont nettement délimitées. L'extension de ces roches est très faible, et, en dehors des deux petits gisements de Diokhoul et du cap des Biches, près de Rufisque, elles sont localisées à l'extrême pointe occidentale de la presqu'île et aux îlots qui en dépendent.

La série la plus ancienne semble contemporaine des formations crétacées supérieures; elle est représentée par des produits d'intrusion et d'épanchement sur lesquels reposent, à Dakar même, les marnes sénoniennes à *Physarter inflatus* Pomel; des tufs de projections intercalés dans ces marnes montrent que l'activité volcanique s'est manifestée à l'époque des dépôts sénoniens. Les roches de cette série jalonnent sensiblement une ligne de 30^{km} allant de Rufisque aux îles des Madeleines, ligne au voisinage de laquelle on rencontre successivement : les limburgites et pyroxénolites de Diokhoul, les trachytes et les basaltes limburgitiques du cap des Biches, les basaltes limburgitiques de l'île de Gorée, du cap Manuel et des îles des Madeleines, les pyroxénolites affleurant dans l'anse Bernard et au pied de la falaise des Madeleines, enfin un petit affleurement de basalte limburgitique sur le littoral au nord des Madeleines. Le seul type acide est le *trachyte* du cap des Biches, riche en mica noir et en sanidine; ce trachyte, remarquablement alcalin, montre d'intéressantes analogies de composition avec les trachytes phonolithiques de Ziegenberg (Bohême) et de Bull Cliff (Colorado); il renferme 12,8 pour 100 d'alcalis, dont 8,15 pour 100 de soude.

Les autres roches de la série sont exclusivement basiques; elles proviennent d'un même magma et ne diffèrent que par leur structure, tantôt franchement microlithique comme au cap de Biches, tantôt grenue et à peu près holocristalline comme à l'anse Bernard, tantôt laissant voir dans une masse microlithique des ségrégations grenues

comme au cap Manuel, à Gorée et aux îles des Madeleines. Les types microlithiques sont des basaltes très pauvres en feldspaths; certains échantillons où les feldspaths manquent complètement peuvent être placés au rang des *limburgites,* la majeure partie forme un *basalte limburgitique;* toutes ces roches sont riches en *ilménite.* Les types grènus constituent des *pyroxénolites* avec ou sans olivine, renfermant toutes de grands cristaux d'apatite et très fréquemment de la mésotype d'altération. Au milieu des basaltes limburgitiques du cap Manuel se rencontrent, en dehors des ségrégations proprement dites, de véritables enclaves homœogènes, parmi lesquelles je signalerai une *diabase* intéressante constituée par une association pœcilitique d'*apatite* en très grands cristaux et d'*augite œgyrinique;* à ces éléments se joignent de la *magnétite,* du *sphène,* du feldspath *orthose* et de l'*andésine;* cette diabase à orthose est très voisine de certaines roches de Monzoni.

La seconde série des roches est postérieure à l'Éocène moyen et antérieure aux dépôts pléistocènes les plus anciens de la région; elle présente l'intérêt particulier que tous ses représentants se rattachent nettement à un appareil volcanique dont les restes offrent un aspect de fraîcheur tout à fait remarquable. Cet appareil, situé au nord de Dakar, sur la côte occidentale, au lieu dit « les Mamelles », est un cône mixte de tufs de projections et de coulées; l'érosion marine l'a assez profondément démantelé pour qu'on puisse en voir de l'Atlantique une véritable coupe. Les deux collines des Mamelles, atteignant respectivement 95^m et 105^m, sont les deux témoins les plus importants du cône de débris. De nombreuses *bombes basaltiques*, à noyaux de *péridotite* (*picrite*) et parfois à enclaves de *diabase*, se rencontrent dans les diverses intercalations de projections de ce cône; elles sont particulièrement abondantes le long de la falaise de la Mamelle occidentale, où l'on peut recueillir en place des bombes dont les dimensions varient de 5^{cm^3} à $\frac{1}{2}$ tonne.

Les produits d'épanchement de cet appareil couvrent un demi-cercle, d'environ 7^{km} de rayon, dont le diamètre limite serait la côte occidentale. Ce sont des *basaltes* dont on reconnaît jusqu'à trois coulées superposées, la plus ancienne reposant sur les marnes de l'Éocène moyen; les basaltes de la coulée moyenne sont très riches en phénocristaux d'olivine et se présentent en prismes qu'on peut voir presque tout le long de la côte. La structure de ces basaltes est tantôt microlithique avec un résidu vitreux plus ou moins abondant, tantôt franchement doléritique; on observe d'ailleurs tous les intermédiaires. Ces roches sont assez riches en pyroxènes violets, elles renferment comme les roches de la série antérieure une assez forte proportion de *titane* se présentant à l'état d'*ilménite* et même de *sphène.*

A côté de ces produits d'épanchement il importe de faire une place à part à la dernière venue éruptive constituée par le remplissage de la cheminée même du volcan des Mamelles : cette cheminée centrale, dont la surface est à 60^m environ au-dessous des

sommets du cône, est constituée exclusivement par une *andésite* d'un gris très foncé renfermant de grands cristaux d'*augite* allongés suivant *mm* (100)-(1$\bar{1}$0), des microlithes allongés d'augite, d'*andésine* dominante et de *labrador*, de la *magnétite* en graines et de l'*ilménite* en petites grilles hexagonales. L'étude chimique de cette roche permet de la rapprocher des andésites de Bandai Son (Japon) prises par les pétrographes américains comme types d'un de leurs rangs.

En dehors des tufs de projection du cône on rencontre à la pointe de Bel-Air, entre le cimetière de Dakar et la batterie de Bel-Air, un petit affleurement littoral de *tufs basaltiques* analogues à ceux des Mamelles, renfermant de nombreux cristaux bien formés d'*olivine* et d'*augite*, des *lapilli* d'un verre volcanique brun foncé et de petits fragments de basalte. Ce tuf mérite d'attirer l'attention parce qu'il renferme outre des galets de marnes et d'argiles, des tufs des mamelles, des galets de *granite*; ce granite très altéré et extrêmement riche en quartz renferme de l'*apatite* en abondance, du *sphène* et du *rutile*.

Les analyses suivantes effectuées par M. Pisani permettent de se rendre compte des relations entre les diverses roches volcaniques de la presqu'île; elles se rapportent à : *a*. trachyte alcalin du cap des Biches; *b*. basalte limburgitique du cap Manuel; *c*. andésite des Mamelles; *d*. basalte des Mamelles.

	a.	*b*.	*c*.	*d*.
TiO^2	1,02	2,56	2,28	2,68
SiO^2	60,10	39,11	46,20	47,95
Al^2O^3	18,80	14,05	15,20	16,50
Fe^2O^3	2,87	3,25	9,67	3,95
FeO	0,95	8,65	0,75	6,21
CaO	1,08	14,70	9,53	8,01
MgO	1,15	12,61	6,07	7,92
K^2O	4,65	0,85	1,39	1,02
Na^2O	8,15	2,82	4,43	4,68
Pertes au feu	2,00	2,12	2,40	1,50
	100,57	100,72	100,52	100,42
P^2O^5	traces	0,70	0,45	0,32

MINÉRALOGIE. — *Sur la présence de la galène parmi les minéraux produits par les fumerolles de la dernière éruption du Vésuve.* Note de M. **Ferruccio Zambonini**, présentée par M. A. Lacroix.

M. A. Lacroix a présenté à l'Académie, dans la séance du 12 novembre 1906, une Note dans laquelle il parle de la galène et d'autres minéraux produits par les fumerolles de la dernière éruption du Vésuve.

Je signale que j'ai communiqué, avant le 19 août, à l'Accademia dei Lincei à Rome, une Note sur la galène vésuvienne. Dans cette Note, se trouvent plusieurs des observations faites par M. Lacroix sur ce minéral. En effet, j'ai appelé l'attention sur la ressemblance frappante qu'on peut observer entre la galène vésuvienne et celle des usines métallurgiques, et j'ai expliqué la formation de ce minéral par la même réaction que M. Lacroix. J'ai parlé aussi de la pyrite dont je me réservais l'étude.

Je dois aussi faire connaître que, dans la séance du 10 novembre de l'Académie de Naples, j'ai présenté un Mémoire sur quelques minéraux de la dernière éruption vésuvienne, dans lequel je décris le réalgar (dont j'ai pu mesurer plusieurs cristaux), l'anglésite cristallisée, les cristaux de pyrite, de soufre, la pseudocotunnite, la forme monoclinique du sulfate sodico-potassique, la métavoltine, et, parmi les minéraux des blocs rejetés, l'amphibole, la sodalite et la microsommite. Je parle aussi de certains échantillons de thermonatrite et de trona, mais je ne puis pas assurer qu'ils proviennent de la dernière éruption.

BOTANIQUE. — *Sur les inclusions intracellulaires de la feuille du Nerprun purgatif* (Rhamnus cathartica *L.*). Note de M. **Wladimir Tichomirow**, présentée par M. Guignard.

En poursuivant mes recherches sur les inclusions intracellulaires du parenchyme charnu de certains fruits [1], j'ai pu constater l'identité complète de ces formations dans les fruits des *Diospyros Lotus* L., *D. virginiana* L. et *Diospyros Kaki* L. f., où je les avais découvertes grâce aux matériaux que je m'étais procurés en Transcaucasie, et particulièrement à Tiflis.

Dans le cours de mes investigations, j'ai reconnu l'existence, dans les fruits de ces trois espèces de *Diospyros*, d'une oxydase, qui, sous l'influence de l'air, et dans l'espace de quelques semaines, communique aux inclusions totalement incolores dans les tissus vivants, une teinte d'abord rose pâle, puis rouge carmin; par la vanilline et l'acide chlorhydrique concentré, elles présentent également cette dernière coloration, ce qui indique la présence d'un phénol et, avec une certaine probabilité, celle d'un tannol.

Un fait intéressant était de rencontrer aussi, dans le mésophylle de la feuille du *Rhamnus cathartica*, les inclusions que j'avais observées dans la

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXIX, 25 juillet 1904, p. 305-306.

Datte, le Kaki et les Jujubes, ainsi que dans l'Anone et le Chalef, et qui avaient été signalées, en premier lieu, par Flückiger dans les Caroubes et ensuite dans les baies du Nerprun purgatif. Après les avoir rencontrées dans les feuilles du *Diospyros Lotus,* je les ai retrouvées aussi dans celles du *Rhamnus cathartica,* dont le fruit est beaucoup moins riche en inclusions que celui du *Diospyros Lotus,* où elles ont en outre des dimensions considérables.

Dans la baie du *Rhamnus,* elles présentent une forme elliptique ou arrondie plus ou moins régulière. On les voit disposées par groupes immédiatement sous l'épicarpe, ainsi que dans les lames du tissu situées entre les quatre graines et dans l'axe du fruit à la base. Leur longueur varie ordinairement entre 50^{μ} à 175^{μ}, leur largeur entre 30^{μ} à 70^{μ}. Les plus petites inclusions, isodiamétriques, peuvent n'avoir que 16^{μ} à 32^{μ}. Au point de vue physique et chimique, ces formations offrent une identité complète avec toutes les autres inclusions que j'ai examinées.

Dans la feuille, qui comprend entre les deux épidermes, en général, une assise de cellules en palissade et trois ou quatre assises de mésophylle, les inclusions présentent à peu près les mêmes dimensions que dans la baie. L'assise en palissade renferme aussi de grandes cellules, dont le diamètre atteint la moitié et même les deux tiers de l'épaisseur de la feuille; elles contiennent un très gros cristal d'oxalate de calcium, appartenant au système du prisme rhomboïdal oblique. Des cristaux de même nature se rencontrent également, dans les cellules épidermiques, en petit nombre ou groupés en mâcles sphériques.

Les propriétés physiques et chimiques des inclusions de la feuille du *Rh. cathartica* sont semblables à celles du fruit de la même plante. Pour les étudier, il est nécessaire de plonger d'abord les coupes transversales de la feuille dans une solution concentrée (à $\frac{5}{2}$) d'hydrate de chloral jusqu'à transparence parfaite (l'addition de glycérine accélère l'opération). Après lavage à l'eau, les inclusions se laissent facilement caractériser à l'aide des réactions suivantes : traitées par la vanilline et l'acide chlorhydrique concentré, elles se colorent en rose carmin vif; par l'acétate ou le perchlorure de fer, en bleu noir; par le bichromate de potasse, en brun; par le molybdate d'ammoniaque additionné de chlorhydrate d'ammoniaque, en jaune orangé; par le réactif de Millon, en vert, puis en vert bleuâtre. La potasse donne une teinte vert jaunâtre, ordinairement persistante.

Pour obtenir le bleu verdâtre et le bleu foncé presque noir, on chauffe la préparation sur le porte-objet en évitant d'atteindre l'ébullition. Parmi ces divers réactifs, la vanille et l'acide chlorhydrique, ou bien la solution de potasse, donnent un résultat satisfaisant sans qu'il soit nécessaire de chauffer préalablement la préparation dans la solution de chloral.

Les réactions qui précèdent font connaître sans peine la localisation des inclusions dans la feuille du *Rhamnus*. Elles montrent que ces formations sont disposées parallèlement à l'épiderme des deux surfaces supérieure et inférieure de la feuille. Dans l'assise de cellules en palissade, elles ont pour la plupart la forme de cylindres obtus dirigés perpendiculairement à leur grand axe et occupent un espace égal à la largeur de trois à quinze de ces cellules; on les trouve ensuite le long des faisceaux vasculaires, qu'elles accompagnent et, sous l'épiderme inférieur, elles sont dispersées entre les éléments du parenchyme lacuneux.

En résumé, les inclusions des fruits des *Diospyros Lotus, D. Kaki, D. virginiana,* incolores pendant la vie, prennent au contact de l'air une coloration rouge, sous l'influence de l'oxydase qu'elles renferment. L'action de la vanilline et de l'acide chlorhydrique montre que leur substance tannoïde (tannol) renferme un phénol. Dans la feuille, comme dans le fruit du *Rh. cathartica*, les inclusions présentent les mêmes caractères physiques et chimiques.

BOTANIQUE. — *Évolution des corpuscules métachromatiques des graines (globoïdes) pendant la germination.* Note de M. **J. Beauverie**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Nous avons mis en évidence, dans des Notes précédentes ([1]), l'existence dans les graines de corpuscules métachromatiques et nous avons montré comment les globoïdes des grains d'aleurone rentraient dans cette catégorie de corps. Nous indiquerons aujourd'hui leur évolution pendant la germination de la graine en prenant comme type la graine de Courge où les phénomènes sont particulièrement nets; le Ricin fournit aussi un bon sujet d'étude.

Dès les premiers jours, les globoïdes se gonflent et se fragmentent, subissant une pulvérisation plus ou moins accentuée. Dans le Ricin, ils se disposent autour du cristalloïde, tandis que ce dernier se fragmente et se dissout peu à peu. Pendant qu'au sein de la substance amorphe du grain d'aleurone le cristalloïde est en voie de dissolution,

---

([1]) J. Beauverie et Guilliermond, *Note préliminaire sur les globoïdes et certaines granulations des graines ressemblant, par quelques-unes de leurs propriétés, aux corpuscules métachromatiques* (*Comptes rendus*, 9 avril 1906). — *Les corpuscules métachromatiques des graines* (*Soc. de Biologie*, nov. 1906).

la quantité des corpuscules provenant des globoïdes paraît s'accroître. Ces faits sont bien nets après 48 heures de germination. On constate en outre, souvent, l'apparition de fines granulations métachromatiques dans le cytoplasma. Au bout de 3 jours environ le cristalloïde, ou les fragments qui proviennent de sa division, sont très réduits et comme en train de fondre dans la masse amorphe, tandis que les grains rouges sont toujours abondants. Vers le quatrième jour, la protéine imprègne la masse amorphe dont l'aspect est grossièrement granuleux et que ponctuent encore des corpuscules métachromatiques. Enfin, vers le cinquième jour, les grains d'aleurone ont perdu toute individualité, çà et là s'observent quelques restes de cristalloïdes et de gros corps métachromatiques provenant de la fusion des corpuscules des stades précédents. Le protoplasma prend l'aspect vacuolaire. Vers le huitième jour, le protoplasma est uniformément vacuolaire et, dans la trame cytoplasmique, subsistent quelques rares grains rouges.

Dans la Courge la marche générale des transformations de réserves est moins rapide. Vers le quatrième ou cinquième jour la protéine des cristalloïdes, au lieu de disparaître, s'agglomère en masses aux formes les plus bizarres; quant aux corpuscules métachromatiques ils sont très abondants et, particulièrement dans les cellules périphériques des cotylédons, ils se fusionnent en énormes sphères, peu nombreuses, occupant les larges vacuoles dont le protaplasma s'est creusé. Ces corpuscules sont les plus volumineux dans les assises sous-épidermiques; ils présentent la structure à stries concentriques, que nous indiquions dans une Note précédente, avec une netteté particulière. Dans les assises plns profondes ils sont encore nombreux mais beaucoup moins volumineux et le plus souvent logés dans le protoplasma; enfin, du côté de l'épiderme interne, ils ont plus ou moins totalement disparu. Dans les cellules de l'épiderme externe (inférieur de la feuille cotylédonaire) ils sont à l'état de granules très ténus, disséminés dans un protoplasma dense.

On retrouve encore de gros grains rouges dans des germinations de 10 à 20 jours comportant des hypocotyles de 2^{cm} à 4^{cm} et des cotylédons commençant à verdir. Les plus gros se trouvent dans les vacuoles; il en existe, en outre, à l'état finement pulvérisé, dans la trame cytoplasmique. On observe parfois aussi, à ces stades, des agglomérations de ces sphères de taille différente et l'on a des masses rouges volumineuses dont l'aspect est pour ainsi dire levuriforme et comme bourgeonnant; elles se trouvent dans la large vacuole qui a refoulé, à ce moment, le protoplasma vers la paroi de la cellule. Sans affecter cette forme spéciale la substance métachromatique peut prendre, à ces stades, les formes les plus irrégulières de corps allongés et étranglés ou à contour irrégulièrement ondulé.

Dans les germinations de 22 ou 23 jours, ces corps sont devenus très rares et leur taille est minime, et c'est seulement à partir de ce moment, l'hypocotyle ayant plus de 4^{cm} de longueur, que l'on n'en trouve à peu près plus de traces dans les cotylédons et que le protoplasma a pris une structure homogène.

L'aleurone du Lupin blanc était considéré comme dépourvu d'inclusions, nous y avons décrit des corpuscules métachromatiques que l'on met parti-

culièrement en évidence en traitant la préparation par la potasse à $\frac{1}{100}$ avant de colorer.

Dès les premiers stades de la germination les grains d'aleurone, de polyédriques qu'ils étaient, deviennent sphériques, les grains rouges se répartissent uniformément dans la cellule. Après 24 heures, l'aleurone a perdu son individualité, le contenu cellulaire est à peu près homogène et seulement parsemé de corpuscules métachromatiques plus volumineux qu'aux stades antérieurs. Ils sont généralement logés dans de petites vacuoles.

Signalons ce fait, que l'on voit généralement de très nombreux corpuscules intercellulaires; ils peuvent être très ténus ou volumineux lorsque leur abondance a entraîné leur fusionnement. On peut observer parfois, surtout au niveau des assises périphériques, des bandes rouges continues de substance métachromatique, qui marquent le contour des cellules.

L'évolution des corps métachromatiques, que nous venons de décrire dans la Courge et le Ricin, se fait de la base au sommet des cotylédons ou de l'albumen et du centre à la périphérie.

Nous croyons qu'il y a lieu d'assimiler les grains rouges des plantes supérieures avec ceux des cryptogames. Il s'agit tout au moins de substances voisines. Cette opinion s'étaye sur ce fait que les propriétés de ces corps sont, à peu de chose près, les mêmes et que leur présence, leur évolution, se manifestent dans des conditions physiologiques analogues. Les rares différences d'ordre secondaire signalées trouvent peut-être leur explication dans le fait de l'adjonction à la volutine, qui constitue ces corps d'après A. Meyer, de substances étrangères telles que les combinaisons minérales qui y sont signalées.

Ils sont solubles dans l'acide acétique à l'encontre des corpuscules métachromatiques de beaucoup de champignons, mais cette propriété a été signalée dans le cas de certaines algues (Matruchot et Molliard) où, dans la même plante, on trouve à la fois de ces corps, les uns solubles, les autres insolubles.

Dans l'état actuel des choses, il y a trop de ressemblances entre les caractères morphologiques, physiologiques et les réactions de ces corps pour qu'on soit autorisé à les séparer. Nous montrerons bientôt, en traitant du développement de ces corps, qu'ils naissent, comme chez les Protistes, dans des vacuoles du cytoplasme et leur apparition précède notablement celle des autres éléments figurés du grain d'aleurone.

Nous insisterons peu sur leur rôle : substance de réserve ou proenzyme?

La preuve décisive en faveur de l'une ou l'autre hypothèse n'est point trouvée. La première est soutenue avec une autorité particulière par M. Guilliermond, c'est la plus vraisemblable. Toutefois la multiplication de ces corps pendant la germination, leur abondance, d'autant plus grande que la protéine se résorbe, nous avait fait penser un instant au rôle de proferment protéolytique, à une substance colloïdale jouant un rôle catalytique rendu plus vraisemblable encore par la présence des électrolytes que peuvent constituer les sels de chaux et de magnésie qu'ils renferment.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les modifications histologiques apportées aux fleurs du* Teucrium Chamædrys *et du* Teucrium montanum *par des larves de* Copium. Note de M. C. **Houard**, présentée par M. Gaston Bonnier.

On connaît depuis longtemps les curieuses galles engendrées par des Hémiptères-Hétéroptères de la famille des Tingides aux dépens des fleurs du *Teucrium Chamædrys* L. et du *Teucrium montanum* L. Elles résultent de l'action des larves du *Copium clavicorne* Fourcr. et du *Copium teucrii* Host, cécidozoaires très voisins, que l'on peut considérer comme des facteurs parasitaires identiques vis-à-vis des végétaux qu'ils attaquent. Aussi semble-t-il intéressant de rechercher le mode d'action de ces parasites sur les deux espèces du genre *Teucrium*, de mettre en évidence les caractères communs des galles engendrées, comme de donner aussi l'explication des différences que l'on constate entre ces productions pathologiques.

Sous l'influence du *Copium teucrii*, la fleur du *Teucrium montanum* se transforme en une masse à peu près sphérique par suite de l'hypertrophie totale du tube de la corolle dont les dents rapprochées ferment l'ouverture de la vaste cavité florale qui abrite le cécidozoaire.

La paroi de cette galle, fortement charnue, atteint une épaisseur d'un demi-millimètre. Les cellules situées sous l'épiderme interne sont collenchymateuses, très agrandies et munies de gros noyaux; leur protoplasma dense constitue autour de la cavité larvaire une couche nutritive bien développée, située à proximité du parasite. Enfin, la présence de cette couche nourricière, nécessitant une irrigation abondante, entraîne l'accroissement en nombre et en volume des faisceaux libéro-ligneux de la paroi.

Une structure analogue se remarque dans la cécidie du *Copium clavicorne*, engendrée aux dépens de la fleur du *Teucrium Chamædrys*, qui, comme on le sait, provient de l'hypertrophie de la moitié supérieure de la corolle.

Celle-ci, charnue et épaisse, acquiert la forme d'une petite bouilloire dont le couvercle est figuré par le lobe médian de la lèvre inférieure, non rejeté en arrière et appliqué exactement contre les autres pétales.

L'épaisseur de la paroi de la galle, bien plus faible que pour la cécidie précédente, atteint encore trois ou quatre fois la dimension normale. L'accroissement transversal de la paroi se produit aux dépens de tous les éléments cellulaires, avec un cloisonnement surtout intense parmi les cellules de l'épiderme interne qui constituent des mamelons saillants entre les faisceaux vasculaires. Le protoplasma de ces cellules et celui des cellules parenchymateuses avoisinantes, hypertrophiées elles aussi, est granuleux, très abondant et riche en gros noyaux dont le diamètre peut atteindre 25 μ. De cette façon une épaisse couche nutritive prend naissance autour de la cavité florale anormale ou chambre larvaire.

Les caractères histologiques des parois des galles du *Teucrium Chamædrys* et du *Teucrium montanum* sont ainsi sensiblement les mêmes puisque la différenciation des tissus des corolles, sous l'influence de l'action cécidogène engendrée par les larves des *Copium,* aboutit toujours à la production d'une zone spéciale qui procure une nourriture abondante aux larves des cécidozoaires.

L'action cécidogène se manifeste pourtant avec une modalité très différente quand il s'agit, non plus des organes protecteurs des fleurs de *Teucrium,* mais des verticilles reproducteurs dont les pièces, essentiellement modifiables, sont, comme on le sait, d'autre part, fort sensibles aux facteurs parasitaires. Déjà, cette différence d'action est mise en évidence avec netteté dans la fleur du *Teucrium Chamædrys* par le fait que les filets staminaux se renflent en gros bourrelets dans leur région de soudure avec le tube de la corolle et présentent autour du faisceau libéro-ligneux des cellules à protoplasma dense et à noyaux hypertrophiés. L'arrêt de développement des anthères et leur atrophie rapide en sont la conséquence.

C'est le pistil de la fleur de la Germandrée Petit-Chêne qui réagit le plus activement à l'action parasitaire : l'ovaire devient volumineux par suite du grand développement des placentas et des lobes de la fausse cloison ; les ovules s'atrophient et montrent parfois de grosses cellules jaunâtres au lieu et place du sac embryonnaire. Enfin, le style gynobasique surmontant l'ovaire augmente de diamètre grâce à l'extension prise par son tissu parenchymateux, qui acquiert lui aussi des caractères de tissu nourricier, et par son tissu conducteur dont la multiplication cellulaire est intense. N'ayant plus à remplir sa fonction ordinaire, assurer la conduction des tubes polliniques, ce tissu conducteur entre en régression : les membranes internes de ses cellules ne sont plus séparées les unes des autres par de larges portions liquéfiées ; elles restent, au contraire, minces, accolées étroitement et elles enveloppent un protoplasma peu abondant qui a perdu sa forte densité normale.

L'action de la larve du *Copium* se fait donc sentir avec énergie sur les parties fondamentales des organes reproducteurs de la fleur du *Teucrium Chamædrys* (anthère, pollen ; ovaire, ovule); elle influence également les pièces accessoires, comme le tissu conducteur du style, chargées seulement de rôles intermédiaires dans l'acte de la fécondation.

Rien de semblable ne se remarque dans la cécidie du *Teucrium montanum* où aucune trace des verticilles reproducteurs n'est visible : l'action cécidogène, beaucoup plus puissante que dans la galle précédente, empêche tout développement d'organes sexuels et provoque une castration parasitaire complète.

En résumé, plusieurs faits intéressants ressortent du parasitisme des larves de *Copium* dans les fleurs du *Teucrium Chamædrys* et du *Teucrium montanum*. D'une part l'action cécidogène influence de la même manière les verticilles floraux protecteurs et provoque l'apparition d'une réaction végétale qui se traduit par l'épaississement de la paroi des corolles et par la formation de tissus nourriciers utiles aux cécidozoaires. D'autre part, cette action cécidogène agit très énergiquement sur les verticilles reproducteurs chez lesquels elle entraîne des phénomènes de castration parasitaire, mais avec une modalité propre à chaque espèce de Germandrée. Il est intéressant enfin de remarquer la réaction particulièrement intense de la fleur du *Teucrium montanum* à l'action cécidogène, réaction qui se manifeste par l'attaque de tous les verticilles floraux, par la forme subsphérique de la corolle hypertrophiée, par l'épaisseur si considérable de la paroi gallaire et par l'atrophie complète des organes reproducteurs. Ces caractères bien tranchés sont peut-être en rapport avec une évolution précoce de la fleur qui subirait ainsi l'influx parasitaire pendant une période de longue durée et à une époque où toutes ses pièces seraient encore susceptibles d'être profondément modifiées.

ZOOLOGIE. — *Sur les formations coralliennes de l'île San-Thomé (golfe de Guinée)*. Note [1] de M. **Ch. Gravier**, présentée par M. Edmond Perrier.

Les Polypes coralliaires ne construisent de récifs que dans les mers où la température, pendant le mois le plus froid de l'année, ne s'abaisse pas

[1] Présentée dans la séance du 26 novembre.

au-dessous de 20° C. D'après la Carte dressée par Dana (1), la ligne isotherme correspondante (isocryme) s'éloigne peu, en moyenne, du 28e degré de latitude, au milieu des grands océans; mais, au voisinage des continents, il n'en est pas ainsi. D'une manière générale, on peut dire que les deux isocrymes Nord et Sud s'écartent l'une de l'autre sur la côte orientale de l'Afrique, comme sur celle de l'Amérique, tandis qu'elles se rapprochent l'une de l'autre sur les côtes occidentales des deux mêmes parties du monde; autrement dit, la zone équatoriale où se localisent les récifs coralliens s'élargit à mesure qu'on s'avance de l'Ouest à l'Est, tant dans le Pacifique que dans l'Atlantique.

Mais la température n'est pas le seul facteur réglant la distribution géographique des récifs. La nature des côtes, la profondeur des eaux, l'action des courants, les phénomènes volcaniques, etc., interviennent ici d'une façon très active pour favoriser ou rendre impossible leur édification.

L'océan Atlantique est beaucoup moins riche en formations coralliennes que le Pacifique. Pour Darwin (2) il n'y aurait, dans le premier, que les récifs des Indes occidentales. L'illustre naturaliste anglais attribuait l'absence de semblables constructions organiques sur la côte occidentale de l'Afrique et autour des îles du golfe de Guinée, qu'il n'a jamais explorées, aux sédiments apportés à la mer par les nombreux cours d'eau qui y débouchent et aux dépôts boueux qui bordent une grande partie du littoral de cette région. Dana pensait que les courants polaires froids le long de la côte y empêchaient le développement des récifs.

L'île San-Thomé, située à l'équateur, se trouve comprise, de même qu'Anno Bom, Principe et Fernando Po, dans la zone subtorride de Dana; dans toute l'étendue de l'Atlantique, l'équateur thermique se maintient au nord de l'équateur géographique. En parcourant, au cours d'une mission récente, les côtes de cette merveilleuse île portugaise, j'ai trouvé en de nombreux points, parmi les objets rejetés par les lames, des Polypiers morts assez variés. L'état de conservation de beaucoup d'exemplaires porte à croire qu'ils proviennent d'une région toute voisine. En outre, parmi les débris accumulés en quelques endroits, on reconnaît des Mollusques à test épais comme les Spondyles, les Chames, les Arches, etc. Ces indices m'avaient amené à penser qu'il existe des récifs coralliens à proximité de San-Thomé. Cette présomption se fortifia singulièrement dans mon esprit lorsque j'ex-

(1) J.-D. Dana, *Corals and coral islands,* London, 1872.

(2) Ch. Darwin, *The structure and distribution of coral reefs,* London, 1842, p. 62.

plorai la Praia Inhame, à Porto Alegre, au sud de l'île. Au fond de cavités creusées par la mer dans le basalte et remplies d'eau à marée basse, je découvris plusieurs espèces de Poritidés et d'Astréidés parfaitement vivantes; ces deux familles sont, comme on le sait, caractéristiques des récifs coralliens. Quelques jours plus tard, à Bella Vista, au nord de l'île, je retrouvai, dans les mêmes conditions et en abondance, les mêmes types. Enfin à l'île des Chèvres (Ilha das Cabras), dans plusieurs dépressions situées à divers niveaux, je constatai la présence des mêmes Polypiers vivants fixés ici sur les trachytes.

L'examen attentif de la Carte dressée par le Commandant Boteler conduit à penser que le long de la côte Est de l'île il existe aussi des récifs madréporiques; d'après la même Carte, il semble bien qu'il s'en trouve également au voisinage d'Anno Bom et de Principe.

D'ailleurs, l'expédition du *Challenger* (1873-1876) recueillit, à Saint-Vincent (îles du Cap Vert), trois espèces de Polypiers communs dans les récifs des Indes occidentales; de sorte que l'Afrique occidentale ne paraît pas être aussi dépourvue de formations coralliennes que le pensaient Darwin et Dana.

Je n'ai pu, faute de moyens d'action suffisants, explorer les récifs de San-Thomé qui, à en juger par les nombreux débris amoncelés à la côte, donneraient une riche moisson; aucune grande expédition scientifique n'a, à ma connaissance, dirigé ses investigations dans le golfe de Guinée où l'on trouverait sûrement des matériaux d'étude d'un haut intérêt.

A l'île des Chèvres, la mer qui bat furieusement la côte a creusé, dans le trachyte qui la constitue entièrement, des cavitées étagées, parfaitement étanches. Dans ces poches, dont la paroi de couleur sombre est recouverte par le produit d'altération signalé dernièrement par M. A. Lacroix (¹) et qui restent, à marée basse, sans communication avec la mer pendant plusieurs heures, l'eau s'échauffe et la température peut s'y élever jusqu'à 35° C. et même plus. Nombre d'animaux comme des *Palythoa,* des Nudibranches et des Coraux variés y vivent en pleine prospérité. Il n'est pas sans intérêt, au point de vue biologique, de noter l'adaptation des Polypes coralliaires à cet habitat spécial; d'après les traités les plus classiques de Zoologie, ces êtres ne vivent dans les contrées tropicales que là où l'élévation de température pendant la basse mer est combattue par le renouvellement continuel de l'eau.

(¹) *Comptes rendus,* t. CXLIII, 1906, p. 661.

ÉNERGÉTIQUE BIOLOGIQUE. — *Chambre respiratoire calorimétrique.* Note de M. **Letulle** et de Mlle **Pompilian**, présentée par M. A. Chauveau.

La chambre respiratoire calorimétrique, que nous avons installée dans notre Laboratoire de Physiologie pathologique de l'hôpital Boucicaut, permet de faire simultanément la mesure des échanges respiratoires et de la chaleur dégagée par l'homme pendant une très longue durée.

a. Considéré comme *calorimètre*, notre appareil est formé essentiellement d'une chambre étanche en fer et verre, dont la température est maintenue constante à l'aide d'une circulation d'eau. Cette chambre, entourée de glaces et d'une première enceinte isolante, est placée dans une deuxième enceinte, dont la température maintenue constante est réglable d'après la température de la chambre étanche en fer et verre. Dans ces conditions, notre appareil se trouve soustrait aux variations de la température extérieure, l'égalité de température du contenant et du contenu constituant le meilleur isolant. Grâce à ce dispositif, la calorimétrie se réduit à cette simple chose : *la lecture de deux thermomètres et la mesure d'un débit d'eau.* Le produit de l'échauffement de l'eau par le poids de l'eau qui a passé par le calorimètre donne les calories dégagées.

Le réglage de la température du calorimètre et de l'enceinte se fait automatiquement. La température de réglage peut être choisie, à volonté, entre 12° et 24°, en été comme en hiver. Notre appareil permet donc d'étudier l'*influence de la température sur la production de chaleur.*

Toutes les parties constituantes du calorimètre sont *simples* et *robustes,* de sorte que l'appareil peut être manié par des mains qui ne sont pas celles de savants phycisiens. Ce caractère de simplicité n'enlève rien à la sensibilité du calorimètre : son étalonnage électrique a montré qu'il donne la mesure de la chaleur avec une erreur de 0,5 pour 100.

b. Considéré comme *chambre respiratoire,* notre appareil représente une enceinte fermée, dont l'air, pris par une pompe, est envoyé sur des substances absorbantes qui retiennent l'eau et l'acide carbonique. Un appareil spécial envoie de l'oxygène qui remplace l'oxygène absorbé par la personne placée dans le calorimètre. La mesure de l'eau, de l'acide carbonique et de l'oxygène est obtenue en poids. Des dosages eudiométriques complètent les données de la balance.

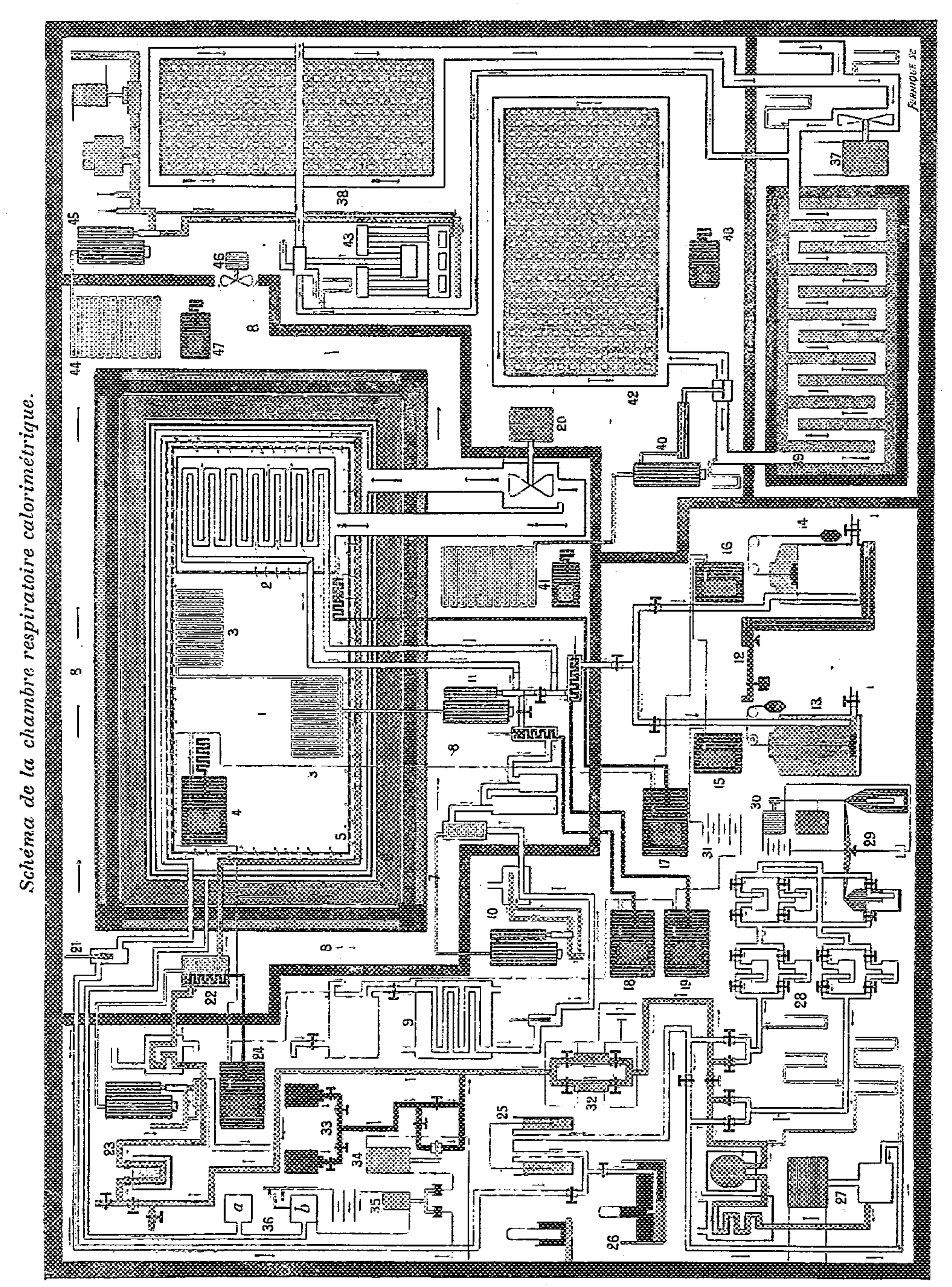


Schéma de la chambre respiratoire calorimétrique.

Intérieur du calorimètre (1). — Refroidisseur (2). — Régulateur du débit d'eau (3 et 11). — Régulateur de la température de l'eau (9 et 10). — Récipients pour la mesure du débit d'eau (13 et 14). — Première enceinte (6). — Deuxième enceinte (8). — Parois isolantes (7). — Appareils de réglage de la température de la deuxième enceinte (de 37 à 45). — Appareils d'analyse de l'air (28 et 29). — Appareil à oxygène (33). — Thermomètres enregistreurs (4, 17, 18 et 19).

BIOLOGIE. — *Le rôle des phénomènes chromotropiques dans l'étude des problèmes biologiques et psycho-physiologiques.* Note ([1]) de M. ROMUALD MINKIEWICZ, présentée par M. Yves Delage.

Dans ma Note précédente j'ai exposé brièvement certains résultats de mes expériences sur le chromotropisme des *Zoées* et des *Lineus*. Mais je n'en ai tiré que quelques conclusions immédiates. Il me semble qu'il en résulte beaucoup d'autres, non seulement par rapport aux problèmes de la Biologie générale, mais aussi par rapport aux problèmes de la psycho-physiologie de la vision.

En voici quelques-unes.

A. En ce qui concerne la *Biologie générale* :

1. On peut trouver des animaux chromotropes par rapport *aux rayons moyens du spectre,* chaque rayon ayant son action spécifique. En effet, les *Daphnia,* d'après Paul Bert et J. Lubbock, sont *xantho-chlorotropes,* ce qui était absolument incompatible avec la théorie de Loeb (1890).

2. Le *purpurotropisme* n'est pas nécessairement lié avec le phototropisme positif, ni l'*érytrotropisme* avec le phototropisme négatif. On peut trouver des êtres qui se comportent inversement, ce qui est prouvé par les excellentes expériences de Th.-W. Engelmann sur les êtres unicellulaires (en 1882 et 1883). D'après lui, *Paramaecium bursaria,* qui est *positivement phototrope, « fuit » le vert et le bleu,* se dirigeant vers le rouge. De même, *Navicula* (diatomée) s'immobilise dans l'obscurité et dans le vert.

3. Il doit exister des êtres qui, tout en étant phototropes (±), ne sont nullement chromotropes (cécité tropique totale = *achromotropie*), comme *Lineus* dans deux stades passagers de l'inversion.

4. Il y a des êtres, comme les plantes étudiées par J. Wiesner (1879), qui sont insensibles à certains rayons du spectre (cécité tropique partielle = *axanthotropie* de *Vicia sativa*).

5. Il résulte des expériences sur les *Zoées,* faites dans des tubes verticaux, que les rayons chromatiques peuvent avoir une certaine influence sur la *distribution verticale* des animaux aquatiques, étant donnée *l'absorption inégale des différents rayons du spectre,* la plus grande pour le rouge, la plus petite pour le bleu (W. Spring, H. Fol, E. Sarasin, Forel).

([1]) Présentée dans la séance du 26 novembre.

B. En ce qui concerne la *psychophysiologie :*

Les expériences que j'ai exposées dans ma Note précédente me permettent de croire que c'est en étudiant la biologie des animaux inférieurs qu'on devrait chercher des indices qui pourraient nous mettre sur la voie d'une explication des phénomènes si complexes et si difficiles de la vision.

1. Le chromotropisme étant indépendant du phototropisme, il me semble que *la perception de la lumière blanche doit être un phénomène primitif,* beaucoup plus simple qu'on ne le croit généralement, et *indépendant de la perception chromatique.* (Cela est corroboré par les expériences bien connues de A. Charpentier et aussi par ce fait historique que, dans la meilleure théorie de la vision, Hernig fut forcé d'admettre l'existence d'une substance spéciale *blanche-noire.*)

2. Il semble superflu et non conforme au but de chercher la solution des problèmes de la vision chromatique dans la *création hypothétique* des diverses fibres nerveuses (Young-Helmholtz), des divers granules pigmentaires (A. Pizon), enfin des diverses substances chimiques (Hering), doués d'une sensibilité spécifique aux différents rayons du spectre. Il faudrait chercher plutôt si ce ne sont pas les différents états physiologiques (physico-chimiques?) d'une même substance vivante, qui produiraient ces phénomènes complexes de la vision chromatique, comme chez *Lineus* les différents états artificiellement provoqués amènent tous les stades successifs et passagers du chromotropisme. [Expériences de Pergens et surtout de Lodato (1900) sur les phénomènes chimiques dans la rétine, dont l'intensité varie suivant l'action des différents rayons du spectre.]

3. Ainsi, n'est-il pas possible et fécond de *rapprocher le daltonisme,* en général, et les différents cas de l'*achromatopsie,* partielle ou totale, de la *cécité xanthotrope des plantes* (Wiesner) et de l'*indifférence* $\frac{\textit{chloro-}}{\textit{xantho-}}$ *trope* de *Lineus* dans certains stades de l'inversion artificielle de son chromotropisme. [Expérience personnelle de W. Nagel (1901) sur la cécité artificielle passagère pour le rouge, provoquée par la santonine.]

4. Enfin, n'est-ce pas dans cette direction qu'il faudrait chercher l'explication *des images consécutives colorées* [6 d'après C. Hess (1900) ou plus encore] après une courte excitation chromatique, si l'on a présente à l'esprit *la succession des stades dans l'inversion artificielle du chromotropisme* de mes *Lineus ?*

MÉDECINE. — *Prophylaxie du cancer glandulaire de la prostate.* Note de M. A. GUÉPIN.

A côté des formes bien connues du cancer prostatique de l'adulte et de l'enfant, j'ai décrit en 1894 (*Les glandes de l'urètre*, t. II, p. 1 et suiv.) une variété nouvelle assez fréquente chez l'adulte pour que plusieurs observations typiques aient pu en être données à l'appui de ma description.

Depuis cette époque et à plusieurs reprises, revenant sur la question, j'ai étudié avec plus de détails la marche [*Cancer glandulaire de la prostate* (*Presse médicale*, 15 janvier 1896)], la symptomatologie [*Valeur diagnostique de la prostatomégalie* (*Tribune médicale*, 20 janvier 1897, et *Académie de Médecine*, 15 mars 1898)], la nature enfin ou mieux les causes prédisposantes [*Cancer glandulaire de la prostate* (*Académie de Médecine*, 21 février 1899)] de ce cancer *glandulaire*, ainsi défini parce que, « procédant de l'épithélium des glandes prostatiques, il se développe dans leur cavité et que ses symptômes essentiels se rattachent aux troubles sécrétoires et excrétoires de l'appareil glandulaire intéressé ». Des observations inédites, au nombre de cinq, viendraient au besoin renforcer mes conclusions d'autrefois; au besoin, car, si les auteurs n'admettent point tous encore sans contestations que le cancer glandulaire constitue une forme bien distincte des néoplasies prostatiques, du moins tous, ou presque tous, ont-ils, peu à peu et après la campagne soutenue que je fis pour répandre cette idée, accepté que l'hypertrophie sénile prépare le terrain pour l'éclosion du néoplasme. Ce que la clinique avait démontré certain fut encore vérifié de divers côtés par l'anatomie pathologique. Sans revenir sur les points secondaires, il me paraît utile cependant de résumer le sujet.

Des conditions locales, une prédisposition glandulaire paraissent absolument indispensables pour que l'infection réagisse sur l'épithélium sécréteur. Ici même, je présentais, le 20 novembre 1899 (*Étiologie générale des maladies de la Prostate*), ces conditions telles que l'observation prolongée des malades (depuis 1888) m'avait appris à les connaître. En un mot, c'est la stagnation des sécrétions, bientôt suivie d'hypersécrétion glandulaire, première réaction épithéliale; puis, si les événements s'enchaînent jusqu'à l'hypertrophie, l'infection (prostatite) avec ses réactions sur les tissus, par l'intermédiaire obligé de l'épithélium sécréteur et, après des délais suffisants, soit l'hyperplasie conjonctive qui étouffe et détruit la glande, soit la prolifération épithéliale : c'est alors le cancer glandulaire.

En somme l'hypertrophie prostatique, qui est la conséquence d'une prostatite chronique banale, rendue possible elle-même par un état glandulaire

particulier et bien décrit, évolue normalement vers la guérison par cicatrisation, ou vers la sclérose périglandulaire systématisée progressive, sclérose hypertrophiante, destruction de la glande, etc., centre du tissu conjonctif néoformé, ou, anormalement, si l'irritation épithéliale dirige ses lésions dans un sens différent, vers la pullulation atypique de cet épithélium et sa transformation en tumeur épithéliale maligne.

C'est donc au début du second stade anatomo-pathologique de la prostatite sénile que se montre le cancer glandualire. Il n'est donc point une complication terminale de l'hypertrophie, comme à tort on a parfois voulu me le faire dire. Il survient chez des prostatiques dont la glande est encore peu volumineuse, peu indurée sinon pas, et dont les troubles de miction peuvent être médiocres.

Quoi qu'il en soit, le cancer glandulaire compliquant l'hypertrophie et cette dernière résultant d'une prostatite chronique, le traitement prophylactique devra s'adresser à la prostatite caudale elle-même. Ici, et l'accord est établi sur ce point, il est d'autant plus nécessaire de faire de la prophylaxie que l'ablation d'une prostate cancéreuse donne encore des résultats décourageants.

Il importe en conséquence, tant pour se mettre, dans la mesure du possible, à l'abri du cancer que pour éviter toutes les autres affections de la prostate :

1° De supprimer toutes les causes de stagnation des sécrétions dans les glandes;

2° De combattre par des moyens appropriés l'hypersécrétion prostatique.

Ces moyens pratiques de répondre à ces deux grandes indications font le principal objet de mes publications depuis 1894 et, en particulier, de mon étude récente *Sur le traitement de la prostatite sénile*. Je me propose de les reprendre dans un travail ultérieur.

MÉDECINE. — *Production en Médecine des effets statiques par les résonnateurs à haute fréquence*. Note de M. **H. Guilleminot**, présentée par M. d'Arsonval.

On sait que l'on utilise depuis plusieurs années les soupapes telles que celle de Villard pour arrêter, durant une phase sur deux, les courants alternatifs. Ce triage de phases est possible, ainsi qu'on l'a déjà vu, pour les courants de très haute tension, comme ceux de haute fréquence.

J'ai étudié spécialement ce triage des phases des courants de haute fréquence dans l'une de leurs manifestations les plus intéressantes en Médecine, l'effluvation. Je suis arrivé à diviser suffisamment ces phases pour produire pratiquement des effets comparables à ceux des machines électrostatiques.

Ces expériences ont été faites avec mes spirales; mais on peut les répéter facilement avec la bobine de M. le professeur d'Arsonval ou avec le résonnateur Oudin.

I. *Expériences faites avec une seule spirale.* — Toute l'énergie du primaire est employée à produire à l'extrémité unique du secondaire des différences de potentiel, alternantes de signes, comme dans une bobine de Ruhmkorff dont un des pôles du secondaire serait à la terre ou en relation avec le primaire. Des charges alternantes successives, disponibles au pôle unique du secondaire, se dissipent dans l'atmosphère sous forme d'effluvation. Le triage consiste à recueillir ces charges respectivement sur deux conducteurs différents et isolés.

Pour cela, on met en relation le pôle effluvant avec deux soupapes en le réunissant à l'anode de l'une et à la cathode de l'autre. L'anode de la première est en relation avec l'un des collecteurs, la cathode de la seconde avec l'autre. Il est facile de vérifier l'efficacité du triage par les procédés suivants :

1° Un pendule électrique relié au pôle + d'une machine électrostatique est attiré par une sphère métallique en relation avec une anode de soupape, c'est-à-dire chargée négativement, et repoussée par une sphère reliée à une cathode.

2° Deux bouteilles de Leyde, telles que celles des machines électrostatiques, mises en relation par leur armature interne avec les collecteurs, donnent une étincelle à l'éclateur.

3° Un milliampèremètre très sensible à aimant fixe, dérivé sur les deux collecteurs, révèle un courant.

4° En réunissant un collecteur à une pointe simple ou multiple, et l'autre à un tabouret à pieds de verre, si l'on prend place sur ce tabouret, on sent nettement le souffle frais caractéristique de l'effluve statique.

Tous ces phénomènes disparaissent, bien entendu, aux contre-épreuves, qui consistent, d'une part, à court-circuiter les deux pôles de chaque soupape et, d'autre part, à inverser l'une d'elles.

II. *Expériences faites avec deux spirales montées suivant le mode bipolaire.* — Le type de résonnateur bipolaire le plus facile à comprendre est la bobine à haute fréquence de M. le professeur d'Arsonval qui représente une bobine sans fer à inducteur

extérieur. Si l'on suppose l'inducteur au milieu de l'axe, et l'appareil coupé par son milieu suivant une section droite et dédoublé, il suffira d'établir un point de contact entre l'inducteur et l'induit pour le résonnateur bipolaire Oudin-Rochefort. Les spirales ne sont que des résonnateurs du type *Oudin* dont l'enroulement spécial a pour but d'utiliser l'induction réciproque de l'un sur l'autre pour la production des effets bipolaires. Tous ces appareils peuvent donc être assimilés à des transformateurs tels que ceux de basse fréquence : un conducteur réunissant les deux pôles secondaires est parcouru par une série d'ondes alternantes; et, à circuit ouvert à l'air libre, si l'on considère l'effluvation produite au niveau de chacun de ces pôles, on peut dire qu'un flux positif est émis par l'un d'eux pendant que l'autre émet un flux négatif, le signe du flux de chaque pôle changeant dans un laps de temps de l'ordre du millionième de seconde.

Ce qu'il y aura donc de particulier ici, et ce qui différenciera ce groupe d'expériences du groupe précédent, c'est que l'on pourra au même moment collecter une charge + sur un conducteur et une charge — sur l'autre, tandis que ces charges étaient tout à l'heure non pas simultanées mais alternantes. D'autre part, on peut éviter de perdre la phase arrêtée à chaque pôle par ce système de deux soupapes en employant quatre soupapes et quatre collecteurs. On réalise ainsi une double machine électrostatique. Une idée vient naturellement à l'esprit, c'est de monter ces quatre soupapes en pont de Wheatstone; cependant ce dispositif ne m'a jusqu'ici donné pratiquement que de mauvais résultats à cause de la recombinaison de charges qui se fait à travers les soupapes, le triage étant incomplet et la résistance dans la branche moyenne du pont considérable. Mais on peut facilement employer une phase et demie sur deux pour un même sujet en mettant le tabouret isolé en relation avec un collecteur + par exemple et deux pointes en relation avec deux collecteurs négatifs respectivement.

A distance, la sensation du souffle est la même que celle du souffle statique; celle de l'aigrette avec un bon réglage est la même aussi, l'étincelle est plus grêle avec l'unipolaire, plus douloureuse avec le bipolaire, ce qui résulte du triage incomplet. L'effet sur la céphalée paraît être le même que celui de la statique. Je poursuis en ce moment l'étude de l'action thérapeutique de cette forme d'électricité dans l'eczéma et diverses affections cutanées.

La séance est levée à 4 heures et demie.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 26 novembre 1906.

Centre de gravité du temps de parcours, par M. Haton de la Goupillière, Membre de l'Institut. (Extr. des *Annaes scientificos da Academia Polytecnica do Porto,* t. I, 1906.) Coïmbre, 1906; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Aimé Bonplan, médecin et naturaliste explorateur de l'Amérique du Sud, sa vie, son œuvre, sa correspondance, avec un choix de pièces relatives à sa biographie, un portrait et une carte, par le Dr E.-T. Hamy, Membre de l'Institut. Paris, E. Guilmoto, s. d.; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

Paul Brouardel, l'homme, le professeur, l'expert, par A. Lacassagne. (Extr. des *Archives d'Anthropologie criminelle,* t. V, n° 154, octobre 1906.) Paris, Masson et Cie, et Lyon, A. Storck et Cie, 1906; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Les origines de la Statique, par P. Duhem, Correspondant de l'Institut, t. II. Paris, A. Hermann, 1906. (Hommage de l'auteur.)

Études géologiques dans le nord de Madagascar, contributions à l'histoire géologique de l'océan Indien, par Paul Lemoine. Paris, A. Hermann, 1906; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. de Lapparent.)

Nuova analisi del trattato della coniche di Gerard Desargues e cenni su J.-B. Chauveau, per Federico Amodeo. (Extr. des *Rend. della R. Accademia delle Scienze fisische e matematiche di Napoli,* fasc. 7 et 8, juillet-août 1906.) Naples, 1906; 1 fasc. in-8°. (Présenté en hommage par M. Haton de la Goupillière.)

(*A suivre.*)

ERRATA.

(Séance du 26 novembre 1906.)

Note de M. *Le Roux*, Sur l'intégration des équations différentielles :

Page 821, ligne 6 en remontant, *au lieu de* permet alors d'achever, *lisez* permet alors parfois d'achever.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 DÉCEMBRE 1906,

PRÉSIDENCE DE M. H. POINCARÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS [DE L'ACADÉMIE.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Sur la division du travail chez les abeilles.* Note de M. GASTON BONNIER.

J'ai fait cet été de nouvelles expériences relatives à la division du travail chez les abeilles.

Je rappellerai d'abord que, suivant les circonstances, une même abeille allant à la récolte peut présenter deux allures différentes :

1° Lorsque arrivant de la ruche elle va, droit au but, sur la substance à récolter et qu'elle semble exécuter mécaniquement un travail déterminé d'avance, on dit que l'abeille est à l'état de *butineuse;* la même abeille exécute en général alors toujours la même besogne, recueillant exclusivement la même substance. Par exemple, si elle récolte du pollen, elle ne récoltera ni nectar, ni propolis, ni eau. Le plus souvent aussi, lorsqu'une butineuse récolte du nectar sur une même espèce suffisamment abondante, elle ne va que sur cette espèce pendant sa sortie de la ruche.

2° Lorsque l'abeille se dirige vers des plantes différentes ou vers tous les objets quelconques où elle peut espérer trouver des substances à récolter, on dit qu'elle est à l'état de *chercheuse;* l'abeille vole alors d'une manière différente que lorsqu'elle est à l'état de butineuse, et le son du vol est tout autre. L'abeille prend en ce cas un peu l'allure d'une guêpe, car les guêpes, carnassières et plus omnivores, sont presque toujours à l'état de chercheuses. On peut voir une abeille chercheuse récolter à la fois du pollen et du nectar, se poser un instant sur un objet, sur une feuille ou sur une fleur qui ne contiennent aucune substance utile à récolter. C'est

lorsque les abeilles sont dans cet état que les apiculteurs les désignent communément sous le nom de « rôdeuses ».

Une même abeille se transforme facilement de l'état de chercheuse à l'état de butineuse; lorsqu'elle a découvert un endroit où se trouvent des substances à récolter, elle organise un va-et-vient de butineuses entre la ruche et cet endroit; elle-même, passant à l'état de butineuse, fait partie du groupe d'abeilles destiné à cette récolte déterminée.

Par une belle journée très mellifère, les chercheuses sont beaucoup plus nombreuses au premier matin que dans le reste de la journée, et, généralement, dans l'après-midi, presque toutes les abeilles employées à la récolte sont à l'état de butineuses.

Au contraire, lorsque par suite d'une sécheresse excessive, ou lorsqu'on se trouve à la fin de la saison, quand il n'y a, pour ainsi dire, aucune substance à récolter au dehors, les abeilles qui sortent sont presque toutes à l'état de chercheuses ; plusieurs d'entre elles rôdent autour des autres ruches dans l'espoir de s'y introduire par la porte ou par une fente quelconque afin de piller le miel qui s'y trouve ; c'est alors que les apiculteurs les nomment « pillardes ».

Parmi les expériences que j'ai faites je citerai les suivantes :

Dans une Communication précédente [1] j'ai montré que, lorsque les abeilles s'approvisionnent d'eau dans un bassin afin de préparer la bouillie qui sert à nourrir les larves, on peut disposer sur des flotteurs des gouttes de sirop de sucre ou même du miel, sans que les butineuses occupées à la récolte de l'eau se dérangent de leur travail pour recueillir le liquide sucré ; on les voit passer sur les flotteurs où se trouvent les gouttes sucrées sans y faire la moindre attention. On pourrait dire que, *commandées pour chercher de l'eau,* elles ne se détournent pas de leur travail pour en exécuter un autre, fût-ce pour prendre un liquide sucré dont elles paraissent si friandes. Le lendemain, les chercheuses avaient trouvé ces gouttes sucrées et avaient organisé un va-et-vient de butineuses qui, comme je l'ai constaté cette année, étaient d'*autres* abeilles que celles occupées à aller au bassin pour la récolte de l'eau.

J'ai fait aussi l'expérience inverse. Par une journée d'été, à la suite de la longue sécheresse de 1906, il ne restait que peu de plantes mellifères à la disposition des abeilles; quelques-unes cependant produisaient encore beaucoup de nectar, par exemple un Lyciet (*Lycium barbarum*) qui se trouve dans mon jardin, en Normandie, non loin des ruches. A ce moment, beaucoup d'abeilles allaient au bassin pour récolter de l'eau, car il n'y

(1) *Comptes rendus,* t. CXLI, p. 988, 1905.

avait plus dans la ruche, en quantité suffisante, de miel encore aqueux en dehors des cellules operculées. J'observai alors en détail les abeilles récoltant du nectar ou du pollen sur le Lyciet.

Choisissant des branches pendantes à nombreuses fleurs visitées, je fixe au-dessous de chaque branche, vers le milieu de la journée, un récipient contenant de l'eau à la surface de laquelle flottent des bouchons plats. Ces bouchons, semblables à ceux qui sont à la surface du bassin, sont très commodes pour les abeilles en leur permettant de récolter l'eau sans se noyer. L'extrémité des branches pendantes trempe dans l'eau et les dernières fleurs nectarifères touchent presque la surface.

J'observe alors les butineuses qui visitent les fleurs de ces branches pendant au-dessus de l'eau. La plupart récoltent du nectar dans les fleurs du Lyciet; quelques autres recueillent le pollen.

Or, pas une de ces butineuses ne s'est posée sur les bouchons pour récolter l'eau si proche des dernières fleurs visitées, malgré le grand besoin d'eau qui se manifestait dans les ruches ce jour-là, comme l'indiquait la présence de très nombreuses abeilles à la surface du bassin. Ce n'est que le surlendemain matin que les chercheuses avaient découvert ces récipients d'eau placés près des fleurs. Elles organisent alors un va-et-vient de butineuses pour chaque récipient. A mesure que les abeilles viennent pomper de l'eau, je les marque toutes successivement avec de la poudre blanche de talc, qui reste pendant plus de 8 jours adhérente aux poils de leur corps. Je vois qu'au bout d'un certain temps il n'est plus nécessaire de les marquer, car toutes les butineuses qui venaient chercher l'eau sur ces petits récipients étaient déjà marquées de blanc par moi. C'étaient toujours les mêmes. De plus, en examinant les butineuses allant récolter le nectar ou le pollen sur les fleurs voisines des récipients, je n'en trouve pas une seule marquée de blanc. Les butineuses chargées d'aller pomper de l'eau n'étaient donc pas les mêmes que celles qui s'employaient à faire la récolte sur les fleurs.

Parmi de nombreuses expériences assez semblables entre elles, je citerai l'expérience suivante, qui montre mieux encore que les précédentes comment s'organise la division du travail entre les abeilles d'une même ruche, et aussi une sorte d'entente tacite qui se manifeste entre abeilles de ruches différentes.

Je détache six branches fleuries de Lyciet ayant chacune à peu près le même nombre de fleurs ouvertes. Je mets chaque branche dans le goulot d'une bouteille pleine d'eau. En

installant ces six bouteilles ainsi garnies à l'endroit même où je les avais détachées, je constate d'abord que les butineuses continuent à visiter les fleurs de ces branches mises dans l'eau aussi bien que celles des branches non détachées de la plante. Ceci vérifié, je transporte dans la journée les six bouteilles contenant les branches, dans le jardin fruitier, le 1[er] septembre, loin de toute plante nectarifère, par conséquent à une place nouvelle pour les abeilles. Je reste en observation constamment auprès de ces six bouteilles d'eau portant les branches de Lyciet. Aucune abeille ne vient visiter les fleurs de ces branches. Le lendemain, je vois la première abeille, à l'état de chercheuse, qui les découvre. Elle inspecte toutes les branches, prend du nectar et du pollen; je la marque sur le dos avec une poudre de talc colorée en rouge. Au bout de 3 minutes, elle retourne à la ruche.

5 minutes après, cette même première abeille (je l'appelle A), que reconnais à sa marque rouge, revient accompagnée d'une autre, et les deux abeilles, à l'état de butineuses, entreprennent la visite méthodique des branches pour récolter l'une le nectar et l'autre le pollen. J'appelle B la seconde abeille et je la marque en blanc sur le dos.

10 minutes après, il y a trois abeilles visiteuses, une nouvelle abeille C, que je marque en vert sur le dos, est venue se joindre aux deux premières et provenait de la même ruche, comme j'ai pu le vérifier.

Dès lors, les trois mêmes butineuses A, B et C, A et C visitant toujours les fleurs pour le nectar et B exclusivement pour le pollen, se remplacent assez régulièrement sur les branches fleuries en les visitant chaque fois dans le même ordre. Toute la journée du lendemain, ce sont ces trois mêmes abeilles A, B et C qui visitent les six branches fleuries placées en cet endroit.

Je me suis alors demandé pourquoi d'autres abeilles de la même ruche ou d'autres ruches ne venaient pas butiner sur ces branches aussi bien que ces trois abeilles. Restant toujours auprès des branches, j'observe donc attentivement ce qui se passe tout autour pendant cette seconde journée. Au premier matin et plusieurs fois dans la matinée, une fois encore dans l'après-midi, d'autres abeilles à l'état de chercheuses sont venues voleter autour des branches fleuries; chacune de ces chercheuses faisait la même chose que moi; elle observait avec le plus grand soin les butineuses, leur nombre, leur manière d'agir, puis, au bout de 2 à 4 minutes d'inspection, elle s'en allait et l'on ne la revoyait plus. Il semble que ces abeilles, trouvant la place occupée et le nombre des butineuses suffisant pour cette petite récolte, allaient chercher ailleurs.

Le fait est que, le surlendemain, je n'en vois plus une seule, et les mêmes abeilles A, B et C continuent à visiter tranquillement les six branches fleuries à peu près de la même manière, toujours A et C pour le nectar, B pour le pollen.

Alors, je remplace les six branches fleuries de Lyciet par douze branches qui me paraissent à peu près analogues. Au bout de 20 minutes, je vois

arriver deux nouvelles recrues D et E que je marque différemment avec des poudres colorées; 10 minutes après en viennent deux autres F et G. A, C, D, F, G visitent les fleurs pour le nectar; B et F les visitent pour le pollen. Il y avait sept abeilles visiteuses au lieu de trois. Le nombre des branches fleuries ayant doublé, le nombre des butineuses avait environ doublé ([1]).

Le lendemain d'autres chercheuses arrivent, tournent autour des douze branches fleuries et s'en vont. Les sept abeilles marquées continuent la visite. Je prends alors du pollen dans des étamines de Lyciet et j'en mets en masse au-dessus du nectar d'une fleur. Lorsque l'abeille C arrive à cette fleur, elle allonge sa trompe par habitude pour pomper le liquide sucré, mais elle s'aperçoit qu'il n'y en a pas et que quelque chose d'insolite se présente dans cette fleur; elle examine avec soin pendant plus d'une minute, ne récolte pas ce pollen, y renonce et va pomper du nectar dans les fleurs voisines intactes. Je fais l'expérience inverse en enduisant de nectar le pollen des étamines d'une fleur; l'abeille F, visiteuse de pollen, arrive sur cette fleur, trouve extraordinaire la présence de ce liquide sucré sur les anthères, examine, ne touche pas aux anthères de cette fleur, y renonce et va continuer sa récolte de pollen sur les fleurs voisines intactes.

Je citerai encore une expérience faite sur une plus grande échelle.

Après la moisson, à environ 300^{m} de mes ruches, se trouvait une bande de Sarrasin en fleur. A partir d'une des deux extrémités du champ, je marque avec du talc blanc toutes les butineuses qui visitent les fleurs de Sarrasin, sur une longueur de 5^{m}. Le lendemain, je retourne observer les abeilles sur les fleurs de ce champ; je ne vis que des abeilles marquées de blanc sur les fleurs, dans l'espace correspondant aux 5^{m} pris à partir de l'extrémité. Au delà, sur toute la bande fleurie de Sarrasin, je n'observe aucune butineuse marquée de blanc si ce n'est au voisinage de la limite marquée à 5^{m} de l'extrémité. Ainsi donc, à un moment donné, ce sont les mêmes abeilles qui butinaient dans un espace déterminé où se trouvent des fleurs nectarifères en grande masse. Chaque butineuse a pour ainsi dire son aire de travail.

Il va sans dire que, chaque jour, des circonstances imprévues, la florai-

---

([1]) De nombreuses expériences analogues m'ont fait voir que le nombre des abeilles visitant un nombre déterminé de fleurs de la même espèce, dans les mêmes conditions extérieures, est sensiblement proportionnel au nombre de ces fleurs, sauf quand cette visite est troublée par l'arrivée d'Hyménoptères mellifères sauvages assez nombreux.

son de nouvelles espèces, la défloraison d'autres plantes, l'apparition de miellée sur les feuilles des arbres, etc., dérangent l'ordre établi pour en installer un autre approprié le mieux possible aux nouvelles circonstances.

Il résulte de ces expériences, et de beaucoup d'autres, que je ne puis citer ici, faute de place, que la division du travail est poussée à l'extrême dans la collectivité des abeilles.

On voit de plus comment, dans des circonstances déterminées, les butineuses, non seulement d'une même ruche mais faisant partie de diverses ruches et tenant compte des Mellifères sauvages, peuvent se distribuer sans lutte sur les plantes mellifères. Elles arrivent ainsi, dans l'ensemble, à récolter pour le mieux et dans le moins de temps possible les substances nécessaires à toutes les colonies d'abeilles de la même région.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Sur quelques découvertes scientifiques de Léonard de Vinci*. Note de M. **P. Duhem**.

En poursuivant nos recherches sur *Les origines de la Statique* nous avons été amené à examiner de près une partie de l'œuvre scientique de Léonard de Vinci; cet examen nous a convaincu de l'exactitude de ces deux propositions :

En premier lieu, Léonard de Vinci n'était en aucune façon l'autodidacte que l'on s'est plu parfois à voir en lui; sa science est née et s'est nourrie de la science que l'on enseignait avant lui dans les Écoles du moyen âge.

En second lieu, les Notes manuscrites laissées par Léonard de Vinci ne sont nullement demeurées inutilisées jusqu'à nos jours; dès le xvie siècle, elles ont tenté de nombreux plagiaires; grâce à eux, les découvertes qu'elles contenaient ont pris circulation dans la Science, mais sans que le nom de leur véritable auteur fût publié.

Ces deux propositions forment, en quelque sorte, le programme de nos *Études sur Léonard de Vinci, ceux qu'il a lus et ceux qui l'ont lu*. En faisant à l'Académie l'hommage de la *première série* de ces études, nous lui demandons la permission de réunir quelques-uns des problèmes d'Histoire des Sciences qui y sont abordés.

Parmi les sources auxquelles Léonard a puisé, nous n'avons examiné, en cette première série, qu'un des traités *De ponderibus* que le moyen âge nous a légués, et les commentaires aux traités physiques d'Aristote com-

posés, au XIVe siècle, par deux maîtres de l'Université de Paris : Albert de Helmstædt, dit Albert de Saxe, et Thémon de Münster, surnommé le fils du Juif.

Au sujet du traité *De ponderibus* dont il s'agit, nous avons pu montrer que c'était un document d'origine grecque, venu sans doute aux Occidentaux par l'intermédiaire des Arabes; il a été composé à l'imitation des *Questions mécaniques* d'Aristote.

Les vies d'Albert de Saxe et de Thémon le fils du Juif ont été, jusqu'ici, peu étudiées. En nous aidant surtout des deux belles publications du P. Denifle et de M. Châtelain, le *Chartularium Universitatis Parisiensis* et l'*Auctarium chartularii*, nous avons pu reconstituer quelques particularités de ces deux vies; nous avons pu démontrer, en particulier, qu'Albert de Saxe s'identifie avec un personnage que l'on a souvent distingué sous le nom d'*Albertutius;* nons croyons également avoir établi qu'Albert de Helmstædt n'a rien de commun avec Albert de Riemerstorp, premier recteur de l'Université de Vienne, alors qu'il est d'usage d'identifier ces deux Albert de Saxe.

La lecture du *Tractatus proportionum* d'Albert de Saxe, de ses *Quæstiones in libros de Cœlo et Mundo* a suggéré à Léonard une part très considérable de ses opinions scientifiques et, particulièrement, de celles qui ont influé sur le développement ultérieur de la science. Aux exemples que nous en avons donnés dans nos *Origines de la Statique*, nous en ajoutons ici deux nouveaux.

Aristote et ses premiers commentateurs croyaient que le mouvement du projectile se maintient par l'action de l'air ébranlé; de bonne heure, on proposa d'attribuer ce mouvement à un certain *impetus* imprimé dans le mobile par l'instrument qui le projette ; on ne saurait indiquer à quel moment cette notion de l'*impetus,* d'où les notions modernes de *quantité de mouvement* et de *force vive* sont issues par une filiation continue, a été imaginée; mais elle avait déjà cours au XIIIe siècle, puisque saint Thomas d'Aquin prend soin de la réfuter ; toutefois la théorie de l'*impetus* ne semble pas avoir pris un développement important avant les écrits d'Albert de Saxe ; en ces écrits, elle donne naissance à une véritable Dynamique qui, par évolution graduelle, est devenue notre Dynamique moderne. La théorie de l'*impetus* devint bientôt classique dans les Universités dont les maîtres subissaient l'influence des *terminalistes* de l'Université de Paris ; Léonard de Vinci la connut par les écrits d'Albert de Saxe et la prit souvent pour objet de ses méditations.

Dès l'origine de la théorie de l'*impetus,* on donnait souvent à cette qualité le nom de *gravité accidentelle ;* Léonard de Vinci s'est attaché à mettre en évidence l'analogie entre la *gravité accidentelle* et la *gravité naturelle ;* il a cherché, dans tout projec-

tile, un *centre de la gravité accidentelle,* où tout l'*impetus* du corps pût être censé réuni comme le poids peut être censé réuni au centre de la gravité naturelle; il attribuait une grande importance, dans les effets de la percussion, à la position de ce centre de la gravité accidentelle.

Les *In mechanica Aristotelis problemata exercitationes* de Bernardino Baldi sont nourris d'emprunts faits aux manuscrits de Léonard de Vinci; l'érudit abbé de Guastalla puise, en particulier, dans ces manuscrits la notion de *centre de la gravité violente;* dans le cas des mouvements de translation, les seuls qu'il étudie, il remarque avec raison que le *centre de la violence* occupe même position que le centre de la gravité naturelle.

Le P. Mersenne connaissait les *Exercitationes* de Bernardino Baldi; il les cite dans ses *Questions théologiques, physiques, morales et mathématiques;* en outre, dans cet Ouvrage, il leur emprunte la théorie du *centre de la violence.* Des indices nombreux et non douteux, relevés dans les écrits de Mécanique que Roberval a composés et que la Bibliothèque nationale conserve inédits, nous assurent que Roberval avait également lu les *Exercitationes* de Baldi. Enfin, nous ignorons si Descartes les connaissait, mais nous voyons, par sa correspondance, que Mersenne lui avait posé un problème relatif au centre de percussion extrait de ces mêmes *Exercitationes.*

Sur ces entrefaites, Mersenne vint à s'occuper du problème du *funépendule,* c'est-à-dire de la détermination du pendule simple synchrone d'un pendule donné; il posa ce problème à ses deux amis, Roberval et Descartes; tous deux reconnurent qu'il se ramenait à la recherche du *centre de la violence* de Baldi, que Roberval nommait *centre de percussion* et Descartes *centre d'agitation;* mais les solutions incomplètes et discordantes qu'ils proposèrent eurent pour effet de les brouiller. Mersenne proposa également le problème du funépendule à un jésuite, le P. Honoré Fabry, qui adopta simplement la solution de Descartes. Enfin, mécontent de toutes ces solutions, Mersenne attira sur le même problème l'attention du jeune Christian Huygens, en lui envoyant l'Ouvrage du P. Fabry. Vingt-six ans plus tard, Huygens devait donner la théorie du pendule composé et des *centres d'oscillation;* il résolvait ainsi une question dont les origines se doivent chercher dans les Traités d'Albert de Saxe et dans les Notes de Léonard de Vinci.

Selon Albert de Saxe, la Terre entière possède un centre de gravité toujours situé au centre du Monde; tout déplacement de poids à la surface de la Terre change la position que ce centre occupe à son intérieur et, par conséquent, détermine des mouvements de la Terre entière; ces mouvements soulèvent hors des eaux des terres précédemment immergées ou immergent des terres précédemment émergées; selon Albert de Saxe,

la principale cause de déplacement de poids à la surface du globe est l'érosion par les fleuves et les rivières, à laquelle il attribue fort exactement la sculpture du relief du sol.

C'est pour commenter et corroborer cette doctrine d'Albert de Saxe que Léonard a écrit ses remarques, bien connues et justement admirées, sur la sédimentation et la formation des fossiles.

En la première édition de son livre *De subtilitate* et, plus encore, en la seconde édition, Cardan résuma, assez mal d'ailleurs, ces fragments de Notes de Léonard. Bernard Palissy, à son tour, emprunta à Cardan sa théorie de la fossilisation, bien que l'illustre potier ne cite Cardan que pour le combattre.

Ainsi, par Bernard Palissy, Cardan et Léonard de Vinci, la Stratigraphie moderne se trouve rattachée aux commentaires qu'un maître de l'Université de Paris développait, au milieu du XIVe siècle, touchant le *De Cœlo* d'Aristote.

La lecture des *Quæstiones in libros metheororum* composés par Thémon, le fils du Juif, a suggéré à Léonard plusieurs de ses réflexions sur les marées, sur l'arc-en-ciel, sur l'origine des fleuves. Ses Notes sur ce dernier sujet nous montrent qu'il était parvenu à la connaissance du principe de Pascal et cela, vraisemblablement, en usant de la méthode des travaux virtuels sous une forme toute semblable à celle dont Pascal lui-même devait user.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur la glycosurie sans hyperglycemie.* Note de MM. **R. Lépine** et **Boulud**.

Outre la glycosurie phloridzique, qui ne dépend certainement pas d'une hyperglycémie artérielle (1), on peut, ainsi que l'un de nous l'a fait remarquer il y a plusieurs années, observer, parfois, une glycosurie, dans différentes conditions, chez des chiens intoxiqués, ou à la suite de la ligature temporaire d'un uretère (2), etc., sans que le sang soit plus riche en sucre qu'à l'état normal (3). Pour être en état d'affirmer, dans un cas donné, la

(1) Voir Lépine et Boulud, *Comptes rendus*, 19 septembre 1904. Dans cette Note nous insistons sur l'augmentation du sucre dans la veine rénale, et sur la formation, dans le rein, de sucre provenant du sucre virtuel du sang.

(2) Lépine, *Comptes rendus de la Société de Biologie,* 1900, p. 1006.

(3) La glycosurie sans hyperglycémie a aussi été observée chez l'homme, notam-

réalité d'une glycosurie sans hyperglycémie, il faut, naturellement, que la saignée ait été pratiquée au moment précis où l'urine sucrée a été sécrétée par le rein. Cette condition essentielle a été remplie dans les expériences suivantes :

CHIEN 2565, jeune. Poids : 15kg.

A 7h30m on vide la vessie. L'urine, parfaitement normale, renferme par litre 65g d'urée; ni sucre ni albumine. Puis on injecte dans la jugulaire l'extrait alcoolique (privé d'alcool et repris par l'eau) de 500g de foie de bœuf.

	Pouvoir réducteur.	
		Après chauffage.
A 10h : sang artériel....................	0g,70	0g,86

Ainsi la glycémie est normale; le sang renferme 0g,16 pour 1000 d'acide glycuronique décomposable seulement après le chauffage de l'extrait en présence d'un acide; ce qui fait 18 pour 100 de la totalité des matières sucrées : c'est une proportion tout à fait normale (¹).

A 11h on retire de la vessie 25cm³ d'urine renfermant, par litre, 62g,5 d'urée et 3g,8 de sucre réducteur.

A 1h : sang artériel.......	0g,74	0g,88

Ainsi, même glycémie que 3 heures auparavant.

A 2h on retire de la vessie 40cm³ d'urine renfermant, par litre, 52g,5 d'urée et 4g,4 de sucre réducteur.

A 2h30m : sang artériel.....	0g,80	0g,90

A 5h l'urine renferme, par litre, 50g d'urée et une petite quantité (non dosée) de sucre réducteur.

CHIEN 2584 *ter*. Poids : 14kg.

A 7h30m on vide sa vessie. L'urine, normale, renferme 81g d'urée par litre; puis on injecte dans la jugulaire un extrait de 40g de foie de bœuf. Vu la température élevée de la saison (29 juin) ce foie ne pouvait être considéré comme tout à fait frais.

A 8h45m : sang artériel.....	0g,76	0g,82
A 9h45m »	0g,90	0g,98

A 10h on retire de la vessie 40cm³ d'urine renfermant, par litre, 59g d'urée et une assez forte proportion de sucre réducteur.

A 3h : sang artériel.......	0g,84	0g,88

---

ment par l'un de nous, et par M. Debove, qui en a décrit un cas sous le nom de *diabète aglycémique*.

(¹) Voir LÉPINE et BOULUD, *Comptes rendus*, 4 septembre 1905.

CHIEN 2569. Poids 11kg.

A 8h on vide la vessie et l'on injecte en une demi-heure, dans la jugulaire, un extrait de 75g de muscle de bœuf. A 1h l'urine, albumineuse, dévie à droite et renferme une petite proportion de sucre réducteur. Les urines suivantes sont également réductrices. Le lendemain matin, l'urine renferme encore 2g de sucre. On injecte alors, comme la veille, l'extrait de 75g de muscle. Les urines consécutives à cette injection sont albumineuses et renferment 3g de sucre réducteur.

Trois dosages du sucre du sang ont été faits *pendant la durée* de cette glycosurie, qui a été de 36 heures. La totalité des matières sucrées du sang, *y compris l'acide glycuronique* B, a varié de 0g,78 à 0g,94. Il n'y a donc pas eu d'hyperglycémie.

Nous possédons neuf autres expériences plus ou moins identiques aux précédentes, dans lesquelles nous avons observé, en l'absence d'hyperglycémie, une glycosurie, d'ailleurs légère et transitoire, consécutivement à l'injection dans la jugulaire de divers extraits d'organes, foie, rate, pancréas ([1]), et de sang asphyxique ([2]). Il nous semble inutile de rapporter ces expériences, dont les résultats semblent calqués les uns sur les autres.

Deux hypothèses peuvent être émises pour expliquer ces glycosuries sans hyperglycémie : On peut supposer qu'il s'agit d'une glycosurie de cause rénale, comme celle de la phloridzine. On peut aussi penser que le sucre formé brusquement, sous l'influence du principe diabétogène introduit dans le sang, est insuffisamment fixé aux matières albuminoïdes de ce liquide. Nous nous proposons d'essayer d'éclairer cette question au moyen de la méthode de la dialyse du sucre du sang ([3]).

([1]) Les extraits des divers organes avec lesquels nous avons expérimenté renferment à la fois, et en proportion d'ailleurs variable, un principe diabétogène et un principe qui excite la glycolyse. Il ne faut donc pas s'étonner du pouvoir diabétogène du pancréas. Celui du foie nous a paru d'ailleurs plus marqué. L'un de nous a observé, dans des conditions particulièrement rigoureuses et à trois reprises, que l'ingestion d'un morceau de foie de veau cuit, de moins de 80g, peut être suivie, chez un sujet prédisposé, mais *non diabétique,* d'une glycosurie et d'une polyurie temporaires. Il n'est pas admissible d'expliquer cette glycosurie par l'ingestion du glycogène contenu dans le foie; car nous nous sommes assurés qu'au moins à Lyon la quantité de glycogène que renferme le foie du veau est très faible. En conséquence, la quantité d'hydrates de carbone renfermée dans 80g est absolument négligeable. Cette glycosurie reconnaît pour cause la présence, dans le foie, d'un principe diabétogène, non détruit par la cuisson.

([2]) Voir LÉPINE et BOULUD, *Comptes rendus,* 10 mars et 9 juin 1902.

([3]) Voir LÉPINE et BOULUD, *Comptes rendus,* 15 octobre 1906.

M. R. Zeiller présente à l'Académie, au nom de M. Michel Lévy, directeur du Service des Topographies souterraines, en même temps qu'en son nom personnel, les deux volumes (Texte et Atlas) de l'ouvrage qu'il vient de publier, dans la série des *Études des gîtes minéraux de la France*, sur la *Flore fossile du bassin houiller et permien de Blanzy et du Creusot*.

L'étude de cette flore l'a conduit à classer les gîtes houillers de ce bassin à l'extrême sommet de la formation stéphanienne, sur le même niveau que ceux de Commentry, avec lesquels ils ont une proportion très considérable d'espèces communes, et des plus caractéristiques. Il n'a observé qu'un nombre restreint de formes spécifiques nouvelles, mais les belles séries d'échantillons recueillies par les ingénieurs des mines de Blanzy et du Creusot lui ont permis de compléter la connaissance de plusieurs espèces déjà rencontrées ailleurs et dont il a pu figurer des spécimens remarquablement conservés.

Il signale notamment une Fougère trouvée pour la première fois à l'état de frondes fertiles, le *Sphenopteris cristata* Brongniart; une Ptéridospermée probable, le *Pecopteris Sterzeli* Zeiller, dont les échantillons recueillis à Blanzy attestent la très étroite affinité avec le *Pec. Pluckeneti* Schlotheim, que M. Grand'Eury a trouvé à Saint-Étienne avec des graines pendant sous la face inférieure des pinnules; divers types de Lycopodinées, entre autres certains cônes de Sigillaires renfermant des macrospores sur toute leur hauteur, sans trace de microsporanges; enfin des rameaux de Conifères du genre *Ullmannia*, particulier aux régions déjà élevées du Permien, non encore observé en France, et dont il est intéressant à ce titre de mentionner la découverte dans l'Autunien supérieur de Charmoy.

PLIS CACHETÉS.

M. M. Nicolle demande l'ouverture d'un pli cacheté reçu dans la séance du 11 juin 1900 et inscrit sous le n° 6219.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Président, renferme une Note intitulée : *Sur la nature du virus vaccinal*, par MM. M. Nicolle et Adil-Bey.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Les Tomes XVII et XVIII de l'édition nationale des *Opere di Galileo Galilei,* publiée sous les auspices de Sa Majesté le roi d'Italie.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des ensembles.* Note de M. **Félix Bernstein**, présentée par M. H. Poincaré.

Pour démontrer le principe d'induction complète, au sens que lui attribue M. Poincaré (voir *Revue de Métaphysique et de Morale,* t. XIV, 1906, p. 313), il serait indispensable de démontrer d'abord le théorème d'équivalence de la théorie des ensembles, sans faire usage de ce principe lui-même. Mais, comme l'a remarqué M. Poincaré en même lieu, la démonstration de ce dernier théorème, que j'ai donnée autrefois (voir Borel, *Théorie des fonctions,* 1898, p. 104), ne remplit pas cette condition. De là résulte la question de savoir s'il est possible de modifier la démonstration de telle sorte qu'on évite tout à fait l'emploi de l'induction complète.

M. Zermelo a essayé une démonstration de cette espèce, en se fondant sur le concept de la *chaîne* établi par M. Dedekind comme base d'une théorie d'induction complète.

M. Peano, d'autre part (*Rend. del Circ. Mat. del Palermo,* t. XXI, 1906), donne aussi une démonstration essentiellement identique à celle de M. Zermelo (voir, par exemple, la définition n° 4).

M. Poincaré, en communiquant la déduction de M. Zermelo, critique, avec des considérations très profondes, l'emploi du concept de la chaîne dans les circonstances présentes. Cette critique irréfutable s'étend d'ailleurs d'elle-même aux développements de M. Dedekind qui ont pour but de démontrer le principe d'induction complète.

C'est M. König [voir *Sur la théorie des ensembles* (*Comptes rendus,* 9 juillet 1906)] qui a réussi le premier à donner une démonstration du théorème satisfaisant à la condition imposée.

Pour mettre bien en lumière le point où se marque la différence des considérations, je donnerai aussi, en quelques lignes, sur la base de ma démonstration antérieure, une telle démonstration en soulignant le point où il y a modification.

Comme on sait, on peut donner au théorème à démontrer la forme suivante :

Nous supposons que l'ensemble A soit représenté univoquement par une loi φ sur un ensemble partiel T de A.

Dans ce cas il existe toujours une loi ψ *telle qu'elle représente univoquement* A *sur tout ensemble partiel* U *de* A *contenant l'ensemble* T.

Soit en effet

$$A = U + R_1,$$

la loi φ nous donne une image $\varphi(R_1)$ de R_1, contenue en T et *a fortiori* en U. Nous la désignons par

$$R_2 = \varphi(R_1).$$

Par le même procédé nous avons

$$R_3 = \varphi(R_2)$$
$$R_4 = \varphi(R_3)$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots$$

Nous avons supposé que *chaque* élément de l'ensemble A soit représenté par la loi φ sur un élément de l'ensemble partiel T de A continu en U. Par conséquent, nous pouvons conclure *sans faire récurrence* que les images des ensembles $R_1, R_2, \ldots$ sont contenues dans l'ensemble U.

Nous précisons cette idée en formant ce qu'on appelle le *plus petit multiple*

$$R = (R_1, R_2, \ldots)$$

des ensembles $R_1, R_2, \ldots$, qui est constitué de tous les éléments appartenant au moins à un quelconque des ensembles $R_1, R_2, \ldots$. En faisant usage de cette notion, nous écrivons, au lieu des équations distinctes précédentes, l'équation unique

$$\varphi(R_1, R_2, \ldots) = [\varphi(R_1), \varphi(R_2), \ldots] = (R_2, R_3, \ldots).$$

Cela est permis, car on conclut immédiatement que l'image du plus petit multiple est le plus petit multiple des images. On voit le point capital où il y a différence entre la démonstration antérieure et la démonstration nouvelle.

Après avoir défini les ensembles $R_1, R_2, R_3, \ldots$ on avait conclu par l'in-

duction complète que tous ces ensembles sont différents entre eux; alors on a eu

$$\varphi(R_1 + R_2 + R_3 + \ldots) = R_2 + R_3 + R_4 + \ldots.$$

On est conduit en tout cas à la conclusion principale, qu'on peut négliger l'ensemble R_1. Mais il n'est pas nécessaire de discuter en détail la constitution de l'ensemble $(R_1, R_2, \ldots)$. Après avoir vu cela, on construit immédiatement la représentation cherchée ψ, en représentant tous les éléments de l'ensemble $(R_1, R_2, \ldots)$ par la loi φ et en laissant non variant tout le reste. *La démonstration est complète.*

Je dois insister encore sur la définition de l'ensemble $R = (R_1, R_2, \ldots)$ (voir Poincaré, *loc. cit.*, p. 307). En premier lieu, cette définition est-elle *prédicative?* Il me semble qu'il en est ainsi, car on ne définit l'ensemble R qu'après avoir défini tous ses ensembles constituants R_1, R_2, ... sans nommer R lui-même. *Nous constatons que le plus petit multiple d'un nombre quelconque d'ensembles définis est toujours défini prédicativement.*

D'autre part, en écrivant les ensembles R_1, R_2, ... avec les signes 1, 2, ..., ne fait-on pas emploi du nombre ordinal, qui à son tour implique l'induction complète?

Je suis bien d'accord avec M. König qu'on n'a pas à craindre d'avoir fait un cercle vicieux.

En effet, on ne fait aucune considération qu'on puisse transformer de manière à avoir un raisonnement sur les indices 1, 2, ... des ensembles R_1, R_2, ... Par cette raison les qualités logiques de ces indices, d'ailleurs encore inconnus, ne fournissent rien à la matière logique de nos conclusions.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la puissance des systèmes orthogonaux de fonctions continues.* Note de M. **Erhard Schmidt**, présentée par M. Émile Picard.

Soit $\mathcal{E}$ un ensemble infini de fonctions réelles et continues dans l'intervalle (0, 1), et soit pour chaque fonction $\varphi(x)$ de $\mathcal{E}$

$$\int_0^1 [\varphi(x)]^2 dx = 1.$$

Nous supposerons de plus que $\mathcal{E}$ est un *système orthogonal,* c'est-à-dire

que l'on a toujours

$$\int_0^1 \varphi(x)\,\psi(x)\,dx = 0,$$

$\varphi(x)$ et $\psi(x)$ désignant *deux* fonctions quelconques de $\mathcal{E}$.

On sait que de tels systèmes orthogonaux de fonctions jouent un rôle considérable dans la théorie des équations différentielles et intégrales.

Nous allons démontrer que $\mathcal{E}$ *doit être nécessairement dénombrable.*

Prenons dans $\mathcal{E}$ un nombre quelconque fini de fonctions

$$\varphi_1(x), \quad \varphi_2(x), \quad \ldots, \quad \varphi_\nu(x).$$

Alors, pour chaque fonction continue $f(x)$, nous aurons l'identité suivante due à Bessel :

$$\int_0^1 \left[f(x) - \sum_{\rho=1}^{\rho=\nu} \varphi_\rho(x) \int_0^1 f(y)\,\varphi_\rho(y)\,dy \right]^2 dx$$
$$= \int_0^1 [f(x)]^2\,dx - \sum_{\rho=1}^{\rho=\nu} \left[\int_0^1 f(y)\,\varphi_\rho(y)\,dy \right]^2,$$

d'où il suit

$$\sum_{\rho=1}^{\rho=\nu} \left[\int_0^1 f(y)\,\varphi_\rho(y)\,dy \right]^2 \leqq \int_0^1 [f(x)]^2\,dx.$$

On conclut de là qu'il n'y a dans $\mathcal{E}$ qu'un nombre *fini* de fonctions $\varphi(x)$ vérifiant l'inégalité

$$\left[\int_0^1 f(x)\,\varphi(x)\,dx \right]^2 \geqq k,$$

k étant un nombre positif donné. Par conséquent les fonctions $\varphi(x)$ de $\mathcal{E}$, pour lesquelles on a

$$\left[\int_0^1 f(x)\,\varphi(x)\,dx \right]^2 > 0,$$

formeront un ensemble *dénombrable* D.

En prenant successivement pour $f(x)$ les fonctions

$$1, \quad \cos 2\pi x, \quad \sin 2\pi x, \quad \ldots, \quad \cos 2n\pi x, \quad \sin 2n\pi x, \quad \ldots, \quad \textit{ad inf.}$$

on trouvera ainsi une suite d'ensembles *dénombrables*

$$D_1, \quad D_2, \quad D_3, \quad \ldots, \quad D_n, \quad \ldots, \quad \textit{ad inf.}$$

L'ensemble des fonctions de $\mathcal{E}$, qui figurent dans un au moins de ces ensembles D_n, sera donc aussi *dénombrable*. Or ces fonctions *épuisent entièrement* $\mathcal{E}$. Car il n'y a pas de fonction continue différente de zéro, dont tous les coefficients de Fourier s'annulent (voir, par exemple, le Mémoire de M. Léopold Fejér, *Math. Annalen*, t. LVIII); ce qu'il fallait démontrer.

Il est aisé d'étendre les considérations précédentes à un nombre quelconque de variables.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le calcul des limites.* Note de M. **L. Fejér**, présentée par M. Émile Picard.

Soit

$$(1) \qquad \frac{dy_i}{dx} = f_i(y_1, y_2, \ldots, y_n) = \sum a^{(i)}_{\nu_1\nu_2\ldots\nu_n}\, y_1^{\nu_1}, y_2^{\nu_2}, \ldots, y_n^{\nu_n}$$
$$(i = 1, 2, \ldots, n)$$

un système d'équations différentielles, où les f sont fonctions des y_i seuls, holomorphes pour $|y_i| \leqq b\,(i = 1, 2, \ldots, n)$, et ne s'annulant pas simultanément pour $y_i = 0$ $(i = 1, 2, \ldots, n)$. Si, pour un système de la forme (1), la variable indépendante x entre elle-même dans les seconds membres, il faudra ajouter au système l'équation $\frac{dy_{n+1}}{dx} = 1$ avec $y_{n+1} = 0$ pour $x = 0$, dans quel cas la condition pour $y_i = 0$ mentionnée se trouve satisfaite d'elle-même.

Pour établir l'existence d'un système de solutions holomorphes s'annulant pour $x = 0$, *désignons par* $a_{\nu_1\nu_2\ldots\nu_n}$ *celle des n quantités*

$$|a^{(i)}_{\nu_1\nu_2\ldots\nu_n}| \qquad (i = 1, 2, \ldots, n),$$

qui ne soit pas plus petite que les autres, et formons la série à coefficients non négatifs

$$(2) \qquad f(y_1, y_2, \ldots, y_n) = \Sigma a_{\nu_1\nu_2\ldots\nu_n}\, y_1^{\nu_1} y_2^{\nu_2} \ldots y_n^{\nu_n}$$

dont la convergence pour $|y_i| < b$ $(i = 1, 2, \ldots, n)$ est manifeste et pour laquelle $f(0, 0, \ldots, 0) > 0$.

En prenant cette fonction $f(y_1, y_2, \ldots, y_n)$ comme fonction majorante commune pour toutes les n fonctions $f_1, f_2, \ldots, f_n$, l'application du prin-

cipe du calcul des limites exige l'intégration du système auxiliaire

$$(3)\qquad \frac{dY_i}{dx} = f(Y_1, Y_2, \ldots, Y_n) \qquad (i = 1, 2, \ldots, n)$$

avec

$$Y_1 = Y_2 = \ldots = Y_n = 0 \quad \text{pour} \quad x = 0,$$

c'est-à-dire l'intégration de l'équation unique

$$(4)\qquad \frac{dY}{dx} = f(Y, Y, \ldots, Y) = \Phi(Y)$$

avec

$$Y = 0 \quad \text{pour} \quad x = 0,$$

où la série $\Phi(Y)$ à coefficients non négatifs est convergente pour $|Y| < b$ et ne s'annule pas pour $Y = 0$. La question d'existence des solutions holomorphes du système (1) se trouve donc ramenée à l'intégration de l'équation (4), intégrable par une simple quadrature.

Ajoutons quelques remarques relatives au rayon de convergence auquel nous conduit la majorante (2). Tandis que la majorante de Cauchy, comme l'a démontré M. Picard, donne un rayon de convergence *toujours* plus petit que le rayon vrai, la majorante (2) fournit, dans des cas spéciaux, le vrai rayon de convergence. Ainsi, par exemple, dans le cas d'un système tel que (3). Pour l'exemple $y' = e^{-y}$ ($y = 0$ pour $x = 0$), la majorante de Cauchy donne, dans le cas le plus favorable, le rayon $\frac{1}{2e}$, la méthode de Cauchy-Lipschitz et celle des approximations successives fournissent au plus la valeur $\frac{1}{e}$, tandis que notre majorante (2) donne le vrai rayon 1. Ou encore, pour le système de M. Painlevé,

$$\frac{dy_1}{dx} = 1, \qquad \frac{dy_2}{dx} = y_3, \qquad \frac{dy_3}{dx} = y_1 + 6y_2^2$$

avec

$$y_1 = y_2 = y_3 = 0 \quad \text{pour} \quad x = 0,$$

les méthodes classiques citées donnent respectivement au plus les valeurs $\frac{1}{12}$ et $\frac{1}{3}$ pour le rayon de convergence, tandis que l'équation (4), intégrable immédiatement, nous conduit à la valeur

$$\frac{1}{\sqrt{5}}\left(\frac{\pi}{2} - \text{arc tang}\,\frac{1}{\sqrt{5}}\right) > \frac{1}{2}.$$

Pour un système linéaire et homogène il peut être avantageux aussi d'appliquer un procédé analogue à celui que nous venons d'indiquer.

Soit

$$(5) \qquad \frac{dy_i}{dx} = \sum_{k=1}^{n} a_{ik} y_k \qquad (i = 1, 2, \ldots, n)$$

un tel système où

$$a_{ik} = \frac{A_{ik}^{(p)}}{(x-a)^p} + \ldots + \frac{A_{ik}^{(1)}}{x-a} + \varphi_{ik}(x) \qquad \begin{pmatrix} i = 1, 2, \ldots, n \\ k = 1, 2, \ldots, n \end{pmatrix},$$

les $\varphi_{ik}(x)$ étant holomorphes dans un cercle au centre O, et d'un rayon R plus grand que $|a|$. Désignons par $A^{(r)}$ celle des n^2 quantités $|A_{ik}^{(r)}|$, qui ne soit pas plus petite que les autres, et par $\varphi(x)$ une majorante commune, d'ailleurs arbitraire, des n^2 fonctions $\varphi_{ik}(x)$, convergente pour $|x| < R$. Alors

$$\frac{A^{(p)}}{(|a|-x)^p} + \ldots + \frac{A^{(1)}}{|a|-x} + \varphi(x)$$

sera une majorante commune des n^2 coefficients a_{ik}, et nous avons à considérer l'équation auxiliaire

$$\frac{dY}{dx} = n\left[\frac{A^{(p)}}{(|a|-x)^p} + \ldots + \frac{A^{(1)}}{|a|-x}\right] Y$$

avec

$$Y = G \qquad \text{pour} \qquad x = 0,$$

si pour le système (5) on a $|y_i(0)| \leqq G$ $(i = 1, 2, \ldots, n)$. De cette façon, on obtient *directement* le rayon de convergence $|a|$, qui, par la méthode classique de Fuchs, où l'on applique une majorante qui ne converge qu'à l'intérieur d'un cercle dont le rayon est plus petit que $|a|$, ne s'obtient que d'une manière pour ainsi dire indirecte.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe d'équations différentielles réductibles aux équations linéaires.* Note de M. **Rivereau**, présentée par M. Appell.

Dans une Note présentée à l'Académie le 12 novembre 1888, M. Appell a caractérisé les équations différentielles dont l'intégrale générale est de la forme

$$y = C_1 y_1 + C_2 y_2 + \ldots + C_n y_n,$$

les y_i étant des fonctions de la variable indépendante x, lorsque les constantes C_i sont liées par une relation algébrique. Nous nous proposons de rechercher ce qui advient lorsque les constantes C_i sont liées par plusieurs relations algébriques.

Soit, pour simplifier l'écriture, une équation différentielle du premier ordre

$$f(x, y, y') = 0, \tag{1}$$

dont le premier membre est un polynome entier irréductible en y, y', et dont l'intégrale générale est représentée par

$$y = C_1 y_1 + C_2 y_2 + C_3 y_3 + C_4 y_4, \tag{2}$$

les constantes C_i étant liées par trois relations algébriques. Cela revient à dire que toutes les solutions de (1) appartiennent à l'équation différentielle linéaire et homogène de quatrième ordre

$$y^{\text{IV}} + A y''' + B y'' + C y' + D y = 0, \tag{3}$$

où A, B, C, D sont des fonctions de x et dont l'intégrale générale est l'expression (2). Écrivons qu'il en est ainsi. En dérivant l'équation (1) trois fois de suite et en remplaçant y^{IV} par sa valeur tirée de (3), on obtient les équations

$$(4)\quad \begin{cases} \dfrac{df}{dx} = \dfrac{\partial f}{\partial x} + \dfrac{\partial f}{\partial y} y' + \dfrac{\partial f}{\partial y'} y'' = 0, \\ \dfrac{d^2 f}{dx^2} = 0, \\ \dfrac{d^3 f}{dx^3} - \dfrac{\partial f}{\partial y'}(y^{\text{IV}} + A y''' + B y'' + C y' + D y) = 0. \end{cases}$$

En éliminant y'', y''' entre ces trois équations (4), le résultant, qui doit être nul, fournira l'équation

$$R(x, y, y') = 0,$$

où R est un polynome en y, y'. Cette dernière équation doit admettre toutes les solutions de $f = 0$ qui est irréductible. R doit donc être divisible par f (ou identiquement nul). On aura donc $R = f\varphi$ où φ est un polynome en y, y'.

Cette condition est suffisante. En effet, il existe trois polynomes en y, y', y'', y''' que nous désignerons par φ_1, φ_2, φ_3, tels que la combinaison

$$\varphi_1 \frac{df}{dx} + \varphi_2 \frac{d^2 f}{dx^2} + \varphi_3 \left[\frac{d^3 f}{dx^3} - \frac{\partial f}{\partial y'}(y^{\text{IV}} + \mathrm{A}y''' + \mathrm{B}y'' + \mathrm{C}y' + \mathrm{D}y)\right]$$

soit un polynome indépendant de y'', y'''. Ce sera le polynome $\mathrm{R}(x, y, y')$ qui est égal à $f\varphi$. On a donc l'identité

$$(5)\quad \varphi_3 \frac{d^3 f}{dx^3} + \varphi_2 \frac{d^2 f}{dx^2} + \varphi_1 \frac{df}{dx} - \varphi f = \varphi_3 \frac{\partial f}{\partial y'}(y^{\text{IV}} + \mathrm{A}y''' + \mathrm{B}y'' + \mathrm{C}y' + \mathrm{D}y).$$

Si l'on y remplace y et ses dérivées par leurs valeurs tirées de (2), en gardant le symbole f, le second membre est nul et la fonction f vérifie une équation linéaire et homogène du troisième ordre dont les coefficients dépendent de x, C_1, C_2, C_3, C_4. L'intégrale générale de cette équation est de la forme

$$(6)\quad \begin{cases} f = \Gamma_1 \times f_1(x, \mathrm{C}_1, \mathrm{C}_2, \mathrm{C}_3, \mathrm{C}_4) \\ \qquad + \Gamma_2 \times f_2(x, \mathrm{C}_1, \mathrm{C}_2, \mathrm{C}_3, \mathrm{C}_4) + \Gamma_3 \times f_3(x, \mathrm{C}_1, \mathrm{C}_2, \mathrm{C}_3, \mathrm{C}_4), \end{cases}$$

où Γ_1, Γ_2, Γ_3 sont des constantes. On en conclut que si, dans f, on remplace y et y' par leurs valeurs tirées de (2), le premier membre de f prend la forme (6) où Γ_1, Γ_2, Γ_3 dépendent de C_1, C_2, C_3, C_4. En posant

$$\Gamma_1 = \Gamma_2 = \Gamma_3 = 0,$$

on aura $f = 0$ et l'expression (2) contenant encore une constante arbitraire sera l'intégrale générale de $f = 0$. Le raisonnement est général. La relation $\mathrm{R} = f\varphi$ caractérise donc les équations dont il s'agit.

Dans le cas d'une seule relation, on a

$$\frac{df}{dx} - \frac{\partial f}{\partial y'}(y'' + \mathrm{A}y' + \mathrm{B}y) = \mathrm{R} = f\varphi.$$

Le premier membre est un polynome en y, y' dont le degré est au plus égal à celui de f. Donc φ ne contient ni y, ni y' et est seulement fonction de x. On a donc l'identité

$$\frac{df}{dx} - \varphi(x) f = \frac{\partial f}{\partial y'}(y'' + \mathrm{A}y' + \mathrm{B}y).$$

C'est le théorème de M. Appell.

PHYSIQUE. — *Sur les phénomènes de polarisation rotatoire magnétique dans les cristaux.* Note de M. **Jean Becquerel**, présentée par M. Poincaré.

J'ai donné précédemment [1] une généralisation de la théorie de M. Voigt, qui permet d'expliquer la plupart des phénomènes magnéto-optiques observés dans un cristal pour la vibration de Fresnel normale au champ, le faisceau lumineux étant perpendiculaire au champ. Les effets observés, lorsque le faisceau est *parallèle au champ*, n'offrent pas une moindre importance.

Soient X, Y, Z et $\mathfrak{X}$, $\mathfrak{Y}$, $\mathfrak{Z}$ la force et la polarisation électrique, les axes de coordonnées étant parallèles aux directions principales du cristal et le champ R étant dirigé suivant Oz :

$$(1) \qquad \mathfrak{X} = X + \Sigma\mathfrak{X}_h, \qquad \mathfrak{Y} = Y + \Sigma\mathfrak{Y}_h, \qquad \mathfrak{Z} = Z + \Sigma\mathfrak{Z}_h.$$

$$(2) \qquad \frac{\partial^2\mathfrak{X}}{\partial t^2} = v^2\left[\Delta X - \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\partial X}{\partial x} + \frac{\partial Y}{\partial y} + \frac{\partial Z}{\partial z}\right)\right]\cdots,$$

$$(3) \qquad \begin{cases} \mathfrak{X}_h + a_{1_h}\dfrac{\partial\mathfrak{X}_h}{\partial t} + b_{1_h}\dfrac{\partial^2\mathfrak{X}_h}{\partial t^2} + c_h R\dfrac{\partial\mathfrak{Y}_h}{\partial t} = \varepsilon_{1_h}X, \\ \mathfrak{Y}_h + a_{2_h}\dfrac{\partial\mathfrak{Y}_h}{\partial t} + b_{2_h}\dfrac{\partial^2\mathfrak{Y}_h}{\partial t^2} - c_h R\dfrac{\partial\mathfrak{X}_h}{\partial t} = \varepsilon_{2_h}Y, \\ \mathfrak{Z}_h + a_{3_h}\dfrac{\partial\mathfrak{Z}_h}{\partial t} + b_{3_h}\dfrac{\partial^2\mathfrak{Z}_h}{\partial t^2} = \varepsilon_{3_h}Z. \end{cases}$$

Supposons qu'une onde plane et homogène se propage parallèlement à la direction Oz du champ. Nous pouvons prendre pour X, Y, Z, $\mathfrak{X}_h$, $\mathfrak{Y}_h$, $\mathfrak{Z}_h$ la partie réelle d'une fonction de la forme $\mathcal{A}e^{i\left(t-\frac{z}{0}\right)\frac{1}{\mathfrak{S}}}$, avec les notations employées dans les Notes précédentes. Les systèmes (2) et (3) s'écrivent

$$(4) \qquad \mathfrak{X} = \left(\frac{v}{o}\right)^2 X, \qquad \mathfrak{Y} = \left(\frac{v}{o}\right)^2 Y, \qquad \mathfrak{Z} = 0,$$

$$(5) \qquad \begin{cases} \mathfrak{X}_h\Theta_{1_h} + i\,\mathfrak{Y}_h c_h R\mathfrak{S} = \varepsilon_{1_h}\mathfrak{S}^2 X, \\ \mathfrak{Y}_h\Theta_{2_h} - i\mathfrak{X}_h c_h R\mathfrak{S} = \varepsilon_{2_h}\mathfrak{S}^2 Y, \qquad \Theta_h = \mathfrak{S}^2 + i\mathfrak{S}\mathfrak{S}'_h - \mathfrak{S}^2_{oh}, \\ \mathfrak{Z}_h\Theta_{3_h} = \varepsilon_{3_h}\mathfrak{S}_2 Z, \qquad \mathfrak{S}' = a_h, \qquad \mathfrak{S}^2_{oh} = b_h. \end{cases}$$

On voit que $\mathfrak{Z}$, Z et tous les $\mathfrak{Z}_h$ sont nuls, c'est-à-dire que tous les mouve-

(1) Jean Becquerel, *Comptes rendus*, 19 nov. et 3 déc. 1906.

ments sont transversaux. D'autre part, les deux premières formules des systèmes (1), (4), (5) donnent le système :

$$(6)\quad \begin{cases} X\left[\left(\frac{v}{o}\right)^2 - 1 - \sum \frac{\varepsilon_{1h}\Theta_{2h}\vartheta^2}{\Theta_{1h}\Theta_{2h} - c_h^2 R^2\vartheta^2}\right] = -iY\sum \frac{\varepsilon_{2h}c_h R\vartheta^3}{\Theta_{1h}\Theta_{2h} - c_h^2 R^2\vartheta^2}, \\ Y\left[\left(\frac{v}{o}\right)^2 - 1 - \sum \frac{\varepsilon_{2h}\Theta_{1h}\vartheta^2}{\Theta_{1h}\Theta_{2h} - c_h^2 R^2\vartheta^2}\right] = +iX\sum \frac{\varepsilon_{1h}c_h R\vartheta^3}{\Theta_{1h}\Theta_{2h} - c_h^2 R^2\vartheta^2}. \end{cases}$$

1. Supposons un cristal uniaxe, l'axe étant parallèle au faisceau. On a alors $\varepsilon_{1h} = \varepsilon_{2h}$, $\Theta_{1h} = \Theta_{2h}$, le cristal se comporte comme un corps isotrope et propage deux vibrations circulaires inverses. Le problème a été complètement traité par M. Voigt [1]; dans ce cas, le cristal doit présenter un pouvoir rotatoire magnétique et, avec un analyseur circulaire permettant d'observer deux plages contiguës correspondant à des vibrations inverses, on doit obtenir entre les bandes correspondantes des deux plages un décalage $\Delta\lambda = 2\pi v c_h R$, indépendant de la largeur des bandes, et permettant de mesurer le rapport de la charge à la masse des électrons absorbants $\left(c_h = \frac{e_h}{m_h}\vartheta_{oh}^2\right)$; le sens des déplacements donne le signe de la charge des électrons. Avec les cristaux de xénotime, j'ai mis en évidence *l'existence simultanée d'électrons négatifs et positifs pour lesquels le rapport de la charge à la masse peut atteindre* $1,1 \cdot 10^8$, *valeur de six à dix fois supérieure à celle qui correspond aux corpuscules cathodiques.* De plus, la théorie fait prévoir que le sens du pouvoir rotatoire magnétique change avec le signe de c_h; les expériences réalisées ont confirmé entièrement cette prévision. Enfin, au moyen d'un quart d'onde et d'un compensateur de Babinet, j'ai montré que l'on peut mettre en évidence la différence de phase que prennent dans le champ magnétique deux vibrations circulaires inverses [2].

2. Si l'on oriente l'axe du cristal normalement au champ, il résulte des équations (6) que *le cristal propage sans altération deux vibrations elliptiques inverses, dont la forme est fonction de la période.* On sait que la considération de deux vibrations elliptiques de sens contraires a permis à plusieurs physiciens, depuis l'hypothèse d'Airy, d'expliquer les effets simultanés du pouvoir rotatoire naturel ou magnétique et de la double réfraction.

---

(1) W. Voigt, *Wied. Ann.*, t. LXVII, 1899, p. 345; t. VI, 1901, p. 784, et t. VIII, 1902, p. 872.

(2) Jean Becquerel, *Comptes rendus*, 9 avril et 21 mai 1906.

Les vitesses de propagation complexes o des vibrations transmises sont données par l'équation

$$(7)\quad \left\{ \begin{array}{l} \left[\left(\frac{\rho}{o}\right)^2 - 1 - \sum \frac{\varepsilon_{1h}\Theta_{2h}\mathfrak{I}^2}{\Theta_{1h}\Theta_{2h} - c_h^2 R^2 \mathfrak{I}^2}\right]\left[\left(\frac{\rho}{o}\right)^2 - 1 - \sum \frac{\varepsilon_{2h}\Theta_{1h}\mathfrak{I}^2}{\Theta_{1h}\Theta_{2h} - c_h^2 R^2 \mathfrak{I}^2}\right] \\ \quad = \sum \frac{\varepsilon_{1h} c_h R \mathfrak{I}^3}{\Theta_{1h}\Theta_{2h} - c_h^2 R^2 \mathfrak{I}^2} \sum \frac{\varepsilon_{2h} c_h R \mathfrak{I}^3}{\Theta_{1h}\Theta_{2h} - c_h^2 R^2 \mathfrak{I}^2}. \end{array} \right.$$

Le deuxième membre pouvant être négligé dans une première approximation, on obtient pour les indices de réfraction et les coefficients d'absorption les valeurs trouvées précédemment pour les vibrations ordinaire et extraordinaire normales au champ, lorsque le faisceau et l'axe optique sont tous deux normaux au champ.

Si nous éliminons $\left(\frac{\rho}{o}\right)$ entre les équations (6) nous obtenons entre X et Y la relation

$$(8)\quad \left\{ \begin{array}{l} i\left(X^2 \sum \frac{\varepsilon_{1h} c_h R \mathfrak{I}^3}{\Theta_{1h}\Theta_{2h} - c_h^2 R^2 \mathfrak{I}^2} + Y^2 \sum \frac{\varepsilon_{2h} c_h R \mathfrak{I}^3}{\Theta_{1h}\Theta_{2h} - c_h^2 R^2 \mathfrak{I}^2}\right) \\ \quad + XY\left(\sum \frac{\varepsilon_{2h}\Theta_{1h}\mathfrak{I}^2}{\Theta_{1h}\Theta_{2h} - c_h^2 R^2 \mathfrak{I}^2} - \sum \frac{\varepsilon_{1h}\Theta_{2h}\mathfrak{I}^2}{\Theta_{1h}\Theta_{2h} - c_h^2 R^2 \mathfrak{I}^2}\right) = 0. \end{array} \right.$$

La partie réelle du coefficient de XY représente $n_y^2 - n_x^2$ alors que les coefficients de X^2 et Y^2 ont des modules très petits. Les vibrations elliptiques sont très peu différentes de vibrations rectilignes et, avec un analyseur parallèle ou normal à l'axe, on doit observer, pour les deux spectres, les mêmes modifications que dans le cas où le faisceau et l'axe sont normaux au champ. Ce résultat théorique est conforme aux expériences précédemment décrites [1].

PHYSIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Effets moteurs des courants de haute fréquence à phases triées. Révélateur téléphonique.* Note de M. **H. Guilleminot**, présentée par M. d'Arsonval.

J'ai montré dans une Note précédente que l'on pouvait, en triant les phases de l'effluvation de haute fréquence, obtenir le souffle électrique positif ou négatif. Je vais maintenant faire voir que grâce à ce triage des phases on peut produire des effets moteurs dans l'organisme analogues

---

[1] Jean Becquerel, *Comptes rendus*, 9 avril 1906.

à ceux des courants employés en Médecine sous le nom de *courants de Morton*.

I. On sait que tout corps métallique placé dans le voisinage d'un résonnateur de haute fréquence est le siège de phénomènes d'induction. Si l'on approche le doigt de ce corps métallique on en tire une petite étincelle, étincelle grêle, piquante, dépourvue de tout effet moteur. Mais, si l'on réunit ce corps métallique à la cathode d'une soupape à vide d'une part et, d'autre part, à l'anode d'une autre soupape, on sent, en prenant en mains le pôle libre de chacune de ces soupapes, des secousses profondes agissant puissamment sur les muscles. Si l'on approche le corps métallique du résonnateur, les secousses deviennent de plus en plus fortes. Avec mes spirales ordinaires, le maximum, sur la ligne axiale, est à 30^{cm} environ du centre, si l'on se sert d'une sphère métallique ou d'un objet couvrant une surface de 2^{cm^2} à 8^{cm^2}.

II. Si nous prenons comme corps métallique une spire de fil de cuivre placée parallèlement aux spires du résonnateur les effets sont beaucoup plus puissants. En ce cas on peut, soit réunir une extrémité de la spire à l'une des soupapes et l'autre extrémité à la seconde soupape; ou bien une extrémité unique de la spire aux deux soupapes; les effets moteurs sont les mêmes. Dans le premier cas les ondes contraires sont simultanées, dans le second elles sont successives. L'étude des effets moteurs confirme donc à ce point de vue ce que j'ai dit du souffle obtenu avec un seul pôle ou avec deux pôles.

III. Si l'on réunit le pôle d'effluvation d'un résonnateur à deux soupapes comme ci-dessus, et qu'on prenne en mains les pôles libres des soupapes, les effets moteurs croissent progressivement avec la longueur d'étincelle de l'éclateur et atteignent vite la limite de la tolérance. Ici encore on voit que la simultanéité des ondes de signe contraire n'est pas nécessaire et les effets ne sont pas supérieurs si l'on relie chaque soupape respectivement à chacun des deux pôles d'une bobine ou d'un résonnateur bipolaire. Il est vrai qu'en ce cas, au moyen de quatre soupapes, on peut constituer deux circuits, mais ce dispositif n'a aucun intérêt pratique ici.

IV. *Révélateur téléphonique*. — Reprenons notre premier exemple ci-dessus d'un corps métallique placé dans le voisinage d'un résonnateur. Au moment où éclate l'étincelle du condensateur nous avons un flux d'électricité de signe déterminé dans tout conducteur réunissant les pôles libres des soupapes. C'est ce flux de signe déterminé et fait de phases triées qui produit la secousse motrice. Lorsqu'il devient trop faible pour être révélé par une

secousse motrice, on le décèle facilement à l'aide du récepteur téléphonique. En choisissant convenablement les soupapes on arrive à révéler les perturbations hertziennes à de grandes distances. On peut se rendre compte d'autre part que le révélateur téléphonique mis en communication avec un conducteur siège d'oscillations herziennes non triées ne donne qu'un murmure confus.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur une réaction colorée des sucres réducteurs donnée par le m-dinitrobenzène en milieu alcalin.* Note de MM. **Chavassieu** et **Morel**, présentée par M. Armand Gautier.

I. Les propriétés réductrices des sucres aldéhydiques et cétoniques peuvent être mises en évidence par leur action sur le *m*-dinitrobenzène en milieu fortement alcalin ; elle donne lieu à la formation d'une matière colorante violette, virant au jaune sous l'action des acides minéraux. Cette réaction nous paraît susceptible de multiples applications.

II. Le réactif est préparé en dissolvant dans 100^{cm^3} d'alcool 1^g de métadinitrobenzène et ajoutant 35^{cm^3} d'une solution de soude à 33 pour 100.

Le réactif possède une faible coloration rosée due à une réaction de l'alcool sur le dinitrothiophène, impureté du dinitrobenzène, d'après Victor Meyer ([1]). Cette coloration est en quantité trop faible pour gêner dans les recherches.

III. 20^{cm^3} de solution de divers hydrates de carbone à 1 pour 100 dans l'eau, additionnés de 10^{cm^3} de notre réactif, nous ont donné les résultats suivants :

Avec le saccharose, aucune coloration ;

Avec le maltose et le lactose, une coloration violette en 15 minutes ;

Avec le dextrose, le galactose, l'arabinose, une coloration violette en 15 minutes ;

Avec le lévulose, une coloration violette en 2 ou 3 minutes ;

Avec le glycogène, aucune coloration.

Les mêmes proportions de solution des mêmes hydrates de carbone à 1 pour 1000 donnent des résultats concordants :

Avec le maltose, le lactose, le dextrose, le galactose et l'arabinose, une coloration violette apparaissant après 2 heures 30 minutes ;

Avec le lévulose, une coloration violette en moins de 10 minutes.

IV. Des substances réductrices autres que les sucres donnent, avec le même réactif, des colorations. Ce sont les aldéhydes et les cétones sans fonction alcoolique, donnant une coloration rouge ([2]) qui, bien que différant de la coloration violette fournie par

---

([1]) V. Meyer et Stadler, *Ber. deutsch. chem. Gesell.*, t. XVII, 2780.

([2]) Bela von Bito, *Ann. Chem. u. Pharm.*, t. CCLXIX, p. 377.

les sucres, pourrait masquer celle-ci. Pour employer le *m*-dinitrobenzène à la recherches des sucres, il importe donc de s'assurer auparavant de l'absence des aldéhydes et des cétones.

L'acide urique donne aussi la même coloration que les sucres, et il est nécessaire de l'éliminer avant de procéder à la recherche des sucres réducteurs.

V. Les albumines, les albumoses, les acides amidés, l'urée, la créatine ne donnent pas cette réaction et n'en gênent nullement l'apparition.

Conclusions. — La coloration violette donnée avec le *m*-dinitrobenzène en milieu alcalin peut, au même titre que les réactions de réduction couramment employées (réduction de la liqueur de Trommer, de Fehling, de Nylander, etc.) ou la coloration rouge (¹) donnée par l'acide diazobenzènesulfonique, servir à signaler la présence des sucres réducteurs. Elle n'est ni plus ni moins caractéristique que les autres spécifiques des aldoses et des cétoses, mais elle présente l'avantage d'une grande facilité d'exécution.

La réaction au *m*-dinitrobenzène, observée après un temps donné (10 minutes par exemple), peut servir à diagnostiquer la présence du lévulose au milieu des aldoses. Examinée également après un temps déterminé et dans des conditions bien fixes, elle est susceptible de dosage colorimétrique avec une certaine exactitude.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un dérivé tétrabromé de la méthyléthylcétone.* Note de M. **Pastureau**, présentée par M. Haller.

Parmi les dérivés bromés de la méthyléthylcétone $CH^3-CO-CH^2-CH^3$, on ne connait que les monobromés

$$CH^3-CO-CHBr-CH^3 \quad \text{Éb. } 134^\circ \qquad CH^2Br-CO-CH^2-CH^3 \quad \text{Éb. } 146^\circ$$

et un dérivé hexabromé

$$CBr^3-CO-CH^2-CBr^3 \text{ cristallisé}$$

(f. 89°-90°).

Les premiers ont été obtenus par M. van Reymenant, en faisant agir directement le brome sur la méthyléthylcétone; puis par M. Richard en soumettant à l'électrolyse un mélange de méthyléthylcétone et d'acide

(¹) Penzoldt et Fischer, *Ber. chem. deutsch. Gesell.*, t. XVI, p. 657, et Petri, *Zeit. physiol. Chem.*, t. VIII, p. 293.

bromhydrique. Le second a été obtenu par M. Demole, par action directe de l'acide hypobromeux sur l'éthylène dibromé.

En faisant agir le brome, sur le superoxyde de la méthyléthylcétone, que j'ai préparé par action de l'eau oxygénée en milieu acide, sur la méthyléthylcétone, suivant la méthode que j'ai signalée (*Comptes rendus*, 13 juin 1905), et qui sera décrit prochainement, j'ai obtenu une méthyléthylcétone tétrabromée $C^4H^4OBr^4$.

Préparation. — Dans un matras de 125^{cm^3} on introduit 20^g de méthyléthylcétone superoxyde, environ 40^{cm^3} d'eau distillée, puis peu à peu du brome par fractions de 5^{cm^3}.

Le brome se dissout dans le superoxyde, insoluble dans l'eau, occupant la couche inférieure, et la réaction se met en marche d'elle-même presque aussitôt. Il se produit un dégagement gazeux d'oxygène. Lorsque ce dégagement se ralentit et que le superoxyde se décolore, on rajoute du brome. Finalement on termine la réaction au bain-marie bouillant. Il arrive un moment où le dégagement gazeux s'arrête, et où l'huile insoluble occupant la couche inférieure ne se décolore plus. La réaction est alors terminée.

On décante l'huile insoluble. On la lave avec une solution de bromure de potassium à 50 pour 100 pour enlever l'excès de brome, puis finalement avec de l'eau distillée. Ainsi purifiée, la masse ne tarde pas à cristalliser.

On sépare les cristaux d'une très petite quantité d'huile insoluble incristallisable. On les lave par un courant lent de vapeur d'eau qui entraîne les impuretés. On laisse recristalliser par refroidissement. Finalement on fait cristalliser à deux reprises dans l'alcool à 95° bouillant.

Propriétés. — Octaèdres à base rhombe, de couleur blanche, insolubles dans l'eau, solubles dans l'alcool bouillant, peu solubles dans l'alcool froid, odeur irritante.

Point de fusion : 50° au bain de mercure.

Analyse. — J'ai dosé le brome dans le composé par la méthode de Carius :

	Trouvé.	Calculé pour $C^4H^4OBr^4$.
Br pour 100	82,6	82,4

Constitution. — J'ai pu déterminer la constitution du produit en le saponifiant par une solution aqueuse de carbonate de potassium dans un petit matras relié à un réfrigérant à reflux. Au bout de peu de temps, on a une liqueur homogène légèrement ambrée, qui est ensuite distillée.

A la distillation, il passe un liquide neutre, présentant toutes les propriétés de l'acétol $CH^3 - CO - CH^2OH$: réduction à froid de l'azotate d'argent ammoniacal sodique et de la liqueur cuproalcaline, sans action sur la sulfofuchsine, donnant avec la phénylhydrazine une osazone en aiguilles jaunes fondant à 148°, se transformant par oxydation en osotétrazone en aiguilles rouge sang.

Le liquide restant dans le matras a été lavé à la vapeur d'eau, à plusieurs reprises, jusqu'à ce que le liquide distillé soit sans action sur l'azotate d'argent ammoniacal, puis évaporé à sec dans le vide et repris par l'alcool absolu bouillant. L'extrait alcoolique a été évaporé à sec et dissous dans l'eau distillée.

J'ai pu caractériser, daus cette solution aqueuse, l'acide formique et l'acide acétique, qui sont les produits de décomposition de l'acétol.

Il en résulte que le composé bromé doit avoir la constitution

$$CH^2Br - CO - CH^2 - CBr^3.$$

Ce composé étant seul susceptible de fournir par saponification un acide-alcool β-cétonique $CH^2OH - CO - CH^2 - \boxed{COO}H$, qui est facilement décomposable et donne de l'acétol par perte de CO^2.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la distribution du phosphore dans les aliments.* Note de M. **Balland.**

Depuis ma Communication du 2 février 1903, sur les quantités de phosphore contenues dans les farines, j'ai poursuivi, avec le concours de MM. Droz et Hennebutte, l'étude du phosphore dans les principaux aliments. Nous avons opéré dans les mêmes conditions, en partant directement des produits naturels, et non des cendres laissées par l'incinération de ces produits. Il a été effectué près de 600 dosages que l'on trouvera dans les deux Volumes sur *les Aliments,* que j'aurai l'honneur d'offrir prochainement à l'Académie. Voici un résumé de ces dosages :

1. Les produits phosphorés des blés, représentés en anhydride phosphorique (P^2O^5), oscillent entre 0,65 et 1,11 pour 100. Ces écarts, sauf pour l'Australie, où le phosphore est sensiblement au-dessous, s'observent dans les blés des différentes régions du globe. Dans les avoines du commerce, on trouve à peu près les mêmes proportions. Dans les maïs, les millets, les orges, les sarrasins, les seigles, les sorghos, le maximum se rapproche de 0,80. Dans les riz, ce chiffre n'est atteint que dans les produits bruts; dans les riz glacés, il tombe à 0,25.

2. Les oscillations du phosphore dans les légumes verts, tels qu'on les utilise dans la cuisine, sont plus accusées que dans les céréales. Dans les carottes, les choux, les navets, les oignons, on trouve environ 0,10 d'anhydride phosphorique; dans les pointes d'asperges, les chicorées, le chou-fleur, les laitues, les poireaux, le maximum atteint 0,18; dans les patates et les pommes de terre, 0,2 ans les truffes, 0,50.

Parmi les légumes secs, le cajon, le lupin, les pois, donnent de 0,61 à 1,00; les doliques, les haricots, les lentilles donnent jusqu'à 1,35 et les fèves 1,45.

3. Dans les fruits ordinaires tels que les cerises, les fraises, les groseilles, les oranges, les poires, les pommes, les raisins, le phosphore est plus souvent au-dessous de 0,10. Dans les châtaignes, il est un peu plus élevé; dans les figues sèches, les dattes, les bananes, il atteint 0,30; dans les amandes et les noisettes sèches, 0,90.

4. Dans les viandes de bœuf, de veau, de mouton, dans la volaille, on ne trouve guère au delà de 0,45, qui est la moyenne fournie par les conserves de bœuf en usage dans l'armée. Dans la chair des poissons, elle est plus élevée (0,60); dans les goujons frits, on a, avec les arêtes et les têtes, 1,90 et, avec les arêtes sans les têtes, 1,54. Dans les escargots, les huîtres et les moules, la proportion est comprise entre 0,26 et 0,35.

5. C'est dans les fromages que l'on trouve les plus fortes réserves de phosphore : le maximum 1,81 s'observe dans le Gruyère; puis viennent : le Hollande avec 1,61, le Port-Salut et le Cantal, 1,28; le Camembert, 1,10; le Brie, 0,68.

6. Dans les grains de café torréfiés, le phosphore, calculé comme précédemment à l'état d'anhydride phosphorique, atteint 0,40; dans les marcs ayant servi à préparer l'infusion de café, il en reste 0,28.

Dans les cacaos, il y a trois fois plus de phosphore que dans les cafés; le maximum 1,30 est donné par Madagascar. Le chocolat au lait, préparé dans les conditions habituelles, en fournit 0,62 pour 100 de liquide.

7. Dans un œuf de poule ordinaire, le phosphore est représenté par 0,26, dont 0,015 seulement pour le blanc. En traitant le jaune par l'éther, on en retire un peu plus de la moitié des produits phosphorés.

Les matières grasses du blé, extraites par l'éther, contiennent 0,32 pour 100 d'anhydride phosphorique et celles de l'avoine 0,20. Cette dernière proportion se rencontre également dans les graisses des viandes et des fromages épuisés par l'éther. Dans le beurre d'Isigny on trouve 0,13; dans les saindoux du commerce 0,02.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la répartition de la vicianine et de sa diastase dans les graines de Légumineuses.* Note de M. **Gabriel Bertrand** et de Mlle **L. Rivkind**, présentée par M. Guignard.

L'existence d'un nouveau glucoside cyanhydrique, la vicianine, signalée récemment par l'un de nous dans les graines d'une Légumineuse, *Vicia angustifolia* Roth [1], nous a engagés à rechercher si ce glucoside existait chez des espèces voisines et jusque chez des genres plus ou moins éloignés de la même famille. Nous nous sommes préoccupés de savoir aussi quelle était la répartition de la diastase dédoublant la vicianine dans les graines des Légumineuses.

---

[1] G. Bertrand, *Comptes rendus*, t. CXLIII, 1906, p. 832-834.

Nos expériences ont porté sur environ soixante espèces appartenant à une quarantaine de genres choisis dans les diverses tribus ([1]).

Ces expériences sont divisées en trois séries.

Dans la première, nous avons cherché si les graines contenaient la diastase. Pour cela, 10^g de graines finement pulvérisées étaient placés dans un petit ballon avec 50^{cm^3} d'eau chloroformée et $0^g,050$ de vicianine pure. Après 24 heures de contact, à la température de $+30°$, on distillait le mélange à la vapeur de façon à recueillir 10^{cm^3} à 15^{cm^3} de liquide dans lequel on cherchait l'acide cyanhydrique par la réaction du bleu de Prusse.

Presque toutes les graines ont donné un résultat positif. Seules, les suivantes n'ont pas fourni de coloration bleue et peuvent être considérées comme exemptes de diastase dédoublante en quantité appréciable :

Casse (*Cassia fistula* L.), Caroubier (*Ceratonia siliqua* L.), Galéga (*Galega officinalis* L.), Gesse vivace (*Lathyrus sylvestris* L., variété améliorée), Févier d'Amérique (*Gleditschia triacanthos* L.), Lupin blanc (*Lupinus albus* L.), Sophora du Japon (*Sophora japonica*), Vesce de Narbonne (*Vicia narbonensis* L.). Les graines de l'arbre de Judée (*Cercis siliquastrum* L.) ont donné une réaction douteuse.

Dans la deuxième série, les graines pulvérisées ont été mises en contact avec de l'eau chloroformée sans addition de vicianine. Lorsqu'on n'obtenait pas d'acide cyanhydrique et que l'expérience de la première série avait cependant démontré l'existence de la diastase spécifique, c'est que la graine ne renfermait pas de vicianine ni de glucoside analogue, du moins en proportion sensible.

Ce cas a été le plus général, car les graines de *Vicia angustifolia* Roth. et de *Vicia macrocarpa* Bertol. ont seules permis de produire la réaction du bleu de Prusse. Afin d'atteindre une plus grande approximation, nous avons opéré sur 100^g de graines avec *Vicia villosa* Roth., *V. narbonensis* L., *V. sativa* L. et sa variété *V. alba*. Nous avons eu alors avec *Vicia sativa* type une coloration bleue, excessivement faible. Si les graines appartenaient vraiment à une espèce unique, ce qu'il est difficile d'affirmer d'après un simple examen, il faudrait en conclure que la vesce commune renferme une très petite quantité de glucoside cyanhydrique. Avec *Vicia Cracca* L., *V. dumetorum* L. et *V. fulgens* Batt., nous avons opéré seulement sur 10^g ([2]).

([1]) Presque toutes ces graines provenaient de la maison Vilmorin; les autres avaient été récoltées au Muséum d'Histoire naturelle et mises gracieusement à notre disposition par M. le Professeur Costantin.

([2]) Ritthausen et Kreusler ont obtenu de l'acide cyanhydrique avec des graines de Vesce originaire de la Grèce ou récoltées en Allemagne (*Journ. f. prakt. Chem.*, n° 5, t. II, 1870, p. 333-338). Il s'agissait peut-être de *Vicia sativa* exceptionnellement

La troisième série d'expériences a porté seulement sur les graines qui, lors de la première, s'étaient montrées exemptes de diastase et qui, par suite, auraient pu contenir de la vicianine sans le manifester au contact de l'eau. 10^g de ces graines ont été mélangés avec la moitié de leur poids d'une graine reconnue très riche en diastase (*Anthyllis vulneraria* L.), puis abandonnés dans l'étuve à $+30°$ avec 50^{cm^3} d'eau chloroformée. Cette série d'expériences a montré que les graines exemptes de diastase étaient également dépourvues de glucoside cyanhydrique.

La réaction du bleu de Prusse obtenue avec les graines de *Vicia macrocarpa* était-elle bien due à la vicianine? Nous avons vérifié qu'il en était réellement ainsi en traitant 1^{kg} de graines par la méthode déjà décrite [1]. Nous avons séparé de la sorte $1^g,2$ de cristaux ayant tous les caractères du glucoside extrait de *Vicia angustifolia*.

En résumé, parmi les espèces examinées appartenant à quarante genres de la famille des Légumineuses, la plupart renferment une diastase (émulsine) capable d'hydrolyser la vicianine. On ne trouve d'espèce contenant le glucoside que dans le genre *Vicia;* encore la répartition des deux substances dans ce genre unique est-elle très irrégulière, puisqu'on peut même citer un cas, celui de *Vicia narbonensis,* où il n'y a ni diastase, ni vicianine.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la composition des sucs végétaux extraits des racines.* Note de M. G. André.

Dans une Communication récente (*Comptes rendus*, t. CXLII, 1906, p. 106) j'ai montré comment, à l'aide de l'analyse des sucs extraits par une pression convenable après broyage des parties fraîches, on pouvait étudier la migration de certains principes constitutifs des végétaux. J'avais supposé, comme première approximation, que la concentration des sucs

riche ou d'un mélange de cette espèce avec une autre. Plus récemment, M. Guignard (*Bull. Sc. pharm.*, t. XIII, 1906, p. 346), reprenant les expériences de Bruyning et van Haarst, auxquelles il a été déjà fait allusion dans une Note antérieure, a constaté l'absence d'acide cyanhydrique dans les graines de *V. Cracca, V. narbonensis, V. fulgens, V. dumetorum* et *V. villosa,* tandis que *V. macrocarpa* lui a fourni $0^g,30$ de ce corps par kilogramme.

(1) *Loc. cit.*

était la même dans la portion du liquide extrait directement par pression et dans celle qui demeure dans les débris végétaux. Cette supposition n'est pas toujours exacte. Dans le but d'approfondir cette question, j'ai soumis un certain nombre de plantes (en distinguant les racines, les tiges, les feuilles, préalablement réduites en pulpe) à l'action de pressions croissantes : la première de 3^{kg} environ, la seconde de $12^{kg},5$, la troisième de 25^{kg} par centimètre carré de surface. Les échantillons ont été prélevés à différents moments de la végétation. Je m'occuperai d'abord du cas des racines de trois plantes : *Topinambour, Carotte, Phytolacca decandra,* plante vivace à racine volumineuse,

Voici le Tableau des expériences ; les chiffres I, II, III se rapportent aux pressions de 3^{kg}, $12^{kg},5$, 25^{kg}.

Dates.	Plantes.		Poids de 10 cm³ de suc.	Dans 100 parties de suc. Extrait obtenu à 110°.	Cendres.	Azote total.	Rapports $\frac{\text{Azote}}{\text{Extrait}}$.	$\frac{\text{Cendres}}{\text{Extrait}}$.
			g	g	g	g		
18 juin 1906.	Racines de Topinambour avec leurs tubercules.	I.	10,3307	8,87	1,05	0,171	0,0192	0,1183
		II.	10,2857	8,34	1,05	0,137	0,0164	0,1259
		III.	10,2378	7,32	0,96	0,145	0,0198	0,1311
17 juill. 1906.		I.	10,5402	15,53	1,09	0,157	0,0101	0,0701
		II.	10,5201	15,20	1,08	0,144	0,0094	0,0710
		III.	10,4556	13,56	1,02	0,114	0,0084	0,0752
19 sept. 1906.		I.	(suc devenu	19,54	0,73	0,197	0,0100	0,0373
		II.	pâteux	18,67	0,73	0,169	0,0090	0,0391
		III.	après repos)	17,06	0,63	0,139	0,0081	0,0369
23 avril 1906.	Tubercules seuls de Topinambour.	I.	»	24,25	1,37	0,38	0,0156	0,0564
		II.	»	23,79	1,31	0,38	0,0159	0.0550
		III.	»	23,73	1,36	0,30	0,0126	0,0573
22 juin 1906..	Racines de *Phytolacca decandra.*	I.	10,1111	4,64	1,30	0,104	0,0224	0,280
		II.	10,0846	3,71	0,98	0,71	0,0164	0,264
		III.	10,0678	3,32	0,94	0,53	0,0159	0,283
10 sept. 1906.		I.	10,2835	7,63	1,07	0,114	0,0149	0,140
		II.	10,2775	7,36	0,89	0,097	0,0131	0,120
		III.	10,2480	6,96	0,85	0,084	0,0120	0,122
6 juill. 1906.	Racines de Carotte.	I.	10,2684	7,60	0,68	0,096	0,0126	0,0894
		II.	10,2062	6,60	0,62	0,085	0,0128	0,0939
		III.	10,1658	5,94	0,54	0,051	0,0085	0,0909
3 sept. 1906.		I.	10,3741	10,01	0,81	0,150	0,0149	0,0809
		II.	10,3611	9,78	0,71	0,130	0,0132	0,0726
		III.	10,3084	8,66	0,62	0,110	0,0127	0,0717

Il ressort de la comparaison de ces chiffres que, si l'on examine le rapport des cendres à l'extrait et de l'azote à l'extrait, on trouve que la *composition* du suc est à peu près constante, quelle que soit la pression. En particulier le rapport $\frac{\text{Azote}}{\text{Extrait}}$ apparaît parfois comme assez variable. Mais il faut ob-

server que la teneur en azote du suc est faible et qu'une petite erreur commise sur le dosage influe beaucoup sur la grandeur du rapport ci-dessus.

La *concentration* du suc, au contraire, varie avec la pression. Cette concentration, plus élevée pour les pressions les plus faibles, diminue presque toujours lorsque la pression à laquelle la pulpe est soumise augmente. Si l'on traduit ces phénomènes graphiquement en portant en abscisses la quantité d'eau contenue dans chaque échantillon de suc et en ordonnées l'extrait sec correspondant, les points obtenus seront en ligne droite si la concentration est constante ; ils se rangeront sur une courbe lorsque cette constance n'aura plus lieu : c'est le cas qui se présente dans les expériences actuelles. Le point de la courbe obtenu par extrapolation où celle-ci rencontre l'ordonnée de l'eau totale renfermée dans la matière initiale, donnera la quantité d'extrait sec contenu dans la totalité de la matière soumise à la pression. On peut ainsi, dans le cas où la concentration du suc varie avec la pression, estimer l'écart qui existe entre l'expérience et le calcul. Le tracé de la courbe, dans chacune des expériences précédentes, montre que l'écart entre l'extrait total fourni par la racine tel qu'il résulte de l'expérience et l'extrait total que l'on devrait obtenir si la concentration du suc était invariable est de 7,5 pour 100 dans la racine de Topinambour du 18 juin, de 3,7 dans celle du 17 juillet et que cet écart atteint 25 pour 100 dans celle du 19 septembre. En ce qui concerne le suc des racines de Carotte et de *Phytolacca*, l'écart ne saurait être estimé avec certitude, car l'extraction du suc de ces racines n'a fourni qu'une assez faible fraction des liquides renfermés dans la plante. Dans ces deux derniers exemples, l'extrapolation serait illusoire. Au contraire, l'expérience faite avec les tubercules seuls de Topinambour (23 avril) montre que la concentration ne varie guère avec la pression et que, dans ce cas, composition et concentration sont à peu près constantes.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la respiration des graines à l'état de vie latente*. Note [1] de M. **Paul Becquerel**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Les premiers, il y a déjà plus de 20 ans, MM. Van Tieghem et Gaston Bonnier, dans de remarquables expériences, ont mis en évidence et me-

[1] Présentée à la séance du 3 décembre 1906.

suré exactement l'absorption d'oxygène et le dégagement de l'acide carbonique de la part des graines à l'état de vie latente. Depuis la publication de ce travail, il a paru de nombreuses recherches dont les résultats s'opposaient souvent les uns aux autres. Devant tant d'opinions différentes, dans le détail desquelles je ne puis entrer ici, il m'a paru nécessaire d'étudier quel serait le rôle de la lumière, celui du tégument et celui du degré d'hydratation de la graine sur ses échanges gazeux; il y aurait peut-être là le secret de la variété des résultats obtenus.

J'ai accompli deux séries d'expériences : la première avec des graines qui, dans leur état de dessiccation naturelle, renfermaient 10 à 15 pour 100 d'eau; la seconde avec des graines ayant subi leur maximum de déshydratation dans le vide, avec l'aide de la baryte caustique à la température de 45° pendant 3 mois.

I. — *Analyse de l'air des tubes renfermant les graines, après cinq mois.*

		Tubes exposés à la lumière.					Tubes exposés à l'obscurité.				
Epèces des graines.	Nombre.	Poids.	CO^2.	O^2.	Az.	$\frac{CO^2}{O}$.	Poids.	CO^2.	O^2.	Az.	$\frac{CO^2}{O}$.
		g	pour 100	pour 100	pour 100		g	pour 100	pour 100	pour 100	
1. Téguments de ricin.....	12	1,395	4,36	10,24	85,50	0,39	1,390	1,61	15,21	83,18	0,33
2. Ricins décortiqués......	12	4,555	1,17	15,05	83,78	0,20	4,280	0	20,98	79,02	0
3. Ricins avec téguments..	12	5,324	4,31	12,12	83,57	0,37	5,335	1,41	15,70	82,89	0,26
1. Téguments de lupin.....	20	1,280	2,12	16,05	81,83	0,42	1,347	1,50	16,91	80,59	0,36
2. Lupins décortiqués......	20	5,41	13,95	9,30	76,75	1,19	5,635	3,80	18,86	76,34	1,77
3. Lupins avec téguments..	20	6,294	2,43	15,90	81,67	0,47	6,175	1,69	19,60	78,71	1,13
1. Téguments de pois......	25	0,528	1,42	18,05	80,53	0,48	0,565	0	21	79	0
2. Pois décortiqués........	25	5,340	0,60	17,84	81,56	0,18	6,087	0	20,91	79,09	0
3. Pois avec téguments....	25	6,338	0,24	20	79,76	0,24	6,510	0	20,96	79,04	0
1. Téguments de fèves.....	8	1,853	4,37	12,16	83,57	0,49	1,722	1,04	19,68	79,78	0,78
2. Fèves décortiquées......	8	10,797	4,43	14,44	81,13	0,67	9,535	1,12	19,38	79,50	0,69
1. Fèves avec téguments...	8	11,605	3,18	12,98	83,85	0,39	11,608	2,47	16,33	84,20	0,52
Blé........................	»	8	3	13	84	0,37	8	0,53	19,40	80,07	0,33
Panais.....................	»	2	3,38	12,56	84,06	0,40	2	0,96	19,32	79,68	0,57
Pissenlit..................	»	2	1,49	14,21	84,30	0,21	2	0,70	18,69	29,39	0,30
Moutarde blanche..........	»	5	1,42	16,82	81,76	0,33	5	0,47	19,37	80,16	0,28
Navet......................	»	5	2,91	10,19	86,90	0,24	5	1,17	16,98	81,85	0,22

II. — *Tubes exposés à l'obscurité 1 an* ([1]).

Espèces de graines.	Nombre.	Poids.	Perte d'eau.	CO^2.	O.	Az.
		g	pour 100	pour 100	pour 100	pour 100
Pois avec téguments.....	10	2,070	10	0	20,90	79,10
Pois décortiqués........	10	2,033	14	0,20	19,60	80,20
Fèves décortiquées......	5	6,540	12	0	20,85	79,15
Lupins décortiqués......	3	1,135	10	0,25	20,50	79,30
Courge décortiquée......	10	2	5,6	0	20,90	79,10

([1]) Les tubes à graines étaient renversés sur le mercure et les analyses ont été faites avec l'appareil de MM. Bonnier et Mangin.

1° D'après la lecture de ces deux Tableaux on peut se rendre compte du rôle considérable que joue la lumière dans les échanges gazeux de la graine. La lumière active beaucoup les phénomènes d'oxydation. Aussi bien pour les téguments isolés des graines, que pour les graines décortiquées comme pour celles qui ne le sont pas, l'absorption d'oxygène et le dégagement d'acide carbonique ont été beaucoup plus considérables à la lumière qu'à l'obscurité. Il y a là un fait intéressant qui ne nous surprend pas, car les beaux travaux de Duclaux ont démontré depuis longtemps que la plupart des substances hydrocarbonées et azotées s'oxydent lentement en présence de l'air sous l'influence des rayons lumineux. Il aurait été étonnant que la cellulose, la cutine, et les substances cireuses qui entrent dans la composition de la membrane cellulaire aient échappé à cet effet.

A l'obscurité, au bout d'un temps suffisamment long, on peut dire d'une manière générale que toutes les graines, dans leur état de dessiccation naturelle, qu'elles soient décortiquées ou non en présence de l'air imparfaitement privé de sa vapeur d'eau, dégagent des traces d'acide carbonique et absorbent un certain volume d'oxygène.

2° Dans la production d'acide carbonique et l'absorption de l'oxygène, les téguments de la graine ont une importante capitale. Souvent, dans certaines espèces telles que le ricin, le pois et la fève, les téguments d'un lot dégagent à la lumière le double d'acide carbonique que les graines décortiquées dont ils proviennent. Même à l'obscurité, pour le ricin, si l'on interprétait, comme plusieurs observateurs, cette oxydation pour une véritable respiration, on arriverait à établir ce fait étonnant, c'est que le tégument constitué de cellules mortes, respirant activement, serait vivant, alors que la plantule, avec ses cotylédons et son albumen, ne dégageant pas ni n'absorbant pas la moindre trace appréciable de gaz, serait morte, bien qu'elle soit toujours susceptible de pouvoir germer.

Ce fait de l'oxydation des téguments explique encore pourquoi dans le cas, si fréquent, des téguments imperméables, de certaines graines appartenant aux Légumineuses et qui se trouvent dans leur état naturel de dessiccation, on croit assister à de véritables échanges gazeux, de la part de la plantule.

Lorsque le tégument offre un hile et un micropyle perméables comme ceux de la fève, on voit que l'oxydation du tégument s'ajoute à celle de la plantule.

Cet exemple montre qu'il est absolument nécessaire de séparer le rôle des différentes parties de la graine dans ces phénomènes d'échanges gazeux.

3° La déshydratation des graines a aussi une très grande influence. On peut même énoncer que, pour certaines espèces de graines, à l'obscurité, dans l'air sec, elle réduit tellement les phénomènes d'oxydation qu'il est impossible, au bout d'un temps assez long, de déceler le moindre dégagement d'acide carbonique, et cependant le pouvoir germinatif n'est pas du tout atteint.

BOTANIQUE. — *Le pollen, origine et transformation.* Note de M. **Germano Vert.**

Je n'ai pas la prétention, dans une matière si profondément étudiée, de présenter ces observations comme une découverte personnelle. Il me semble pourtant que le point de vue est nouveau. Il se peut que ce soit par manque de ressources bibliographiques, mais je ne l'ai trouvé examiné nulle part. Je crois donc que l'exposé peut en présenter quelque intérêt.

Pour qui étudie la reproduction végétale, il est bientôt évident que ce que nous appelons *reproduction sexuée* n'acquiert son véritable caractère que chez les végétaux dits *supérieurs*. Expliquons-nous.

Il y a deux modes de reproduction : l'un, qui mérite mieux le nom de *multiplication*, tire tous ses éléments d'un seul et même individu, dont une parcelle, quelle qu'elle soit et quel que soit le procédé qui lui a donné la possibilité et la force de le faire, s'individualise, en formant de toutes pièces les organes qui lui manquaient d'abord; l'autre, dans lequel l'élément reproducteur, celui qui doit s'individualiser et former le nouvel être, ne vient à posséder cette propriété individualisante que s'il résulte de la combinaison d'éléments empruntés à deux individus distincts, fondus en un seul noyau.

Il est de toute évidence que, chacun ne pouvant donner que ce qu'il a, le premier mode ne donnera qu'un contre-type, souvent affaibli, de la plante mère, et que, seul, le second pourra produire un individu, dans toute la rigueur de ce terme, possédant caractère propre, ce qui est le but, l'unique justification de la sexuation.

Dans la production du corpuscule reproducteur peuvent intervenir les éléments actif et passif, que nous appelons masculin et féminin ; il n'y aura véritablement spermatogenèse que si ces éléments proviennent de plantes séparées. Dans tous les autres cas, il y aura à peine parthénogenèse.

C'est donc exclusivement chez les embryophytes que nous rencontrerons la spermatogenèse vraie; chez les sporophytes, nous ne trouverons que la parthénogenèse.

Il est même intéressant de remarquer que ces sporophytes, chez qui nous rencontrons une ébauche de la spermatogenèse animale, avec les zoospermes flottants, ne présentent rien qui prépare bien directement la pollinisation.

Il fallait, effectivement, prévoir des conditions toutes différentes.

L'élément passif, l'oosphère, se trouvait, ici, prisonnier dans le carpelle, où le pollen devait venir le chercher, à travers les tissus du pistil ou de l'ovaire. Les procédés par contact de l'isogamie, par pénétration tubulaire de l'hétérogamie, n'avaient plus leur efficacité. L'émission même de corpuscules mobiles n'avait pas son application, par le manque de milieu.

La solution n'en a pas moins été aussi simple qu'efficace. Sans rien créer de nouveau, la mise en contact du demi-noyau actif avec l'oosphère s'est trouvée absolument garantie et cela uniquement en mettant à profit un élément que le végétal avait déjà possédé : la spore.

Je crois inutile de m'étendre sur des détails trop connus. Je me contenterai donc de signaler le parallélisme suivant :

La péridie polycellulaire, dans laquelle se développent les asques, avec leur huit noyaux, formés par bipartitions successives, autour desquels se condense le plasma. Le sac embryonnaire et les cellules mères, avec leur tétrade de cellules binucléées.

La spore, avec son exine cutinisée, souvent couverte de spicules et d'ornements, trouée de pores, à paroi amincie, ou fermés par un couvercle facilement séparable, et son intine transparente et élastique, formant réserves lenticulaires en face des pores de l'exine. Le grain de pollen, à exine cutinisée et ornée, poreuse, et à intine fine, avec réserves lenticulaires répondant aux pores de l'exine, si pareille à la spore que, sauf la taille, on pourrait les confondre à première vue.

La spore, au contact de la plante d'élection, voyant ses pores s'ouvrir sous l'influence des liquides organiques, pour lesquels l'humidité atmosphérique sert de véhicule diffusif, l'intine faisant hernie par suite du gonflement osmotique. Le grain de pollen, sous l'influence des liquides qui humidifient le stigmate, présentant identiquement les mêmes phénomènes.

Le tube mycélien sécrétant une diastase qui lui permet de s'ouvrir un passage au travers de l'épiderme et de pénétrer dans les tissus, et là, après avoir abandonné la coque vidée d'exine, cheminant entre les cellules, tout en s'alimentant en parasite de leur suc ; le tube pollinique, perforant la calotte du stigmate par solution diastasique, pénètre dans le tissu conducteur, dans lequel il chemine, après avoir abandonné la coque d'exine vide, en s'alimentant en parasite des réserves qu'il y rencontre.

Comme on le voit, le parallélisme est complet.

J'ai mentionné certains faits comme acquis, quand ils ont encore besoin de preuve, comme la diffusion entre la spore et l'hôte, la sécrétion d'une diastase par la pointe des tubes, mais les faits répondent si bien à l'hypothèse, que je ne crois pas qu'il y eût lieu de s'abstenir.

Le hasard m'a permis de constater un fait des plus intéressants. Le balisier, *Canna indica,* possède un parasite que je crois être la forme puccinienne d'un *Phragmidium,*

le *Phragmid. speciosum* peut-être ; or l'urédospore est tellement semblable au grain de pollen de la même plante qu'il est impossible de ne pas en être frappé.

C'est donc simplement en mettant à profit, par une espèce de coup de retour, la propriété qu'elle avait de produire des spores à exine plus ou moins coriace, que la plante résout le problème de porter le demi-noyau masculin en contact avec l'oosphère, et, pour cela, il lui suffit de dédoubler l'un des noyaux de la double tétrade normale, et de le faire cheminer le long de l'hyphe parasite, non moins normalement formée aux dépens du tissu conducteur.

ZOOLOGIE. — *Sur une tumeur chez un Invertébré* (Sipunculus nudus). Note de M. **Marcel A. Hérubel**, présentée par M. Yves Delage.

J'ai eu l'occasion cet été à Roscoff d'observer une tumeur sur un individu femelle adulte de l'espèce *Sipunculus nudus* Linné. C'est la première qu'il nous ait été donné de rencontrer sur plus d'un millier de Siponcles que nous avons disséqués. Ce fait offre donc quelque intérêt à cause de sa rareté même. La tumeur était située du côté droit dans le tiers postérieur de l'animal. Elle faisait saillie au dehors en une sorte de gibbosité à section de base ovale. Son grand diamètre mesurait environ 1^{cm}, sa hauteur axiale 5^{mm}. Le corps de la gibbosité était constitué par une foule de cellules (dont nous déterminerons tout à l'heure la nature) tassées dans une cavité creusée à même le derme et limitée en haut par l'épiderme et la cuticule et en bas par les muscles circulaires du tégument. Un examen plus attentif des coupes montre que les fibres musculaires sont en voie de dégénérescence. Nous avons donc affaire à une tumeur musculaire. Je ne m'occuperai pas ici de la cause de ce cas pathologique, qui vraisemblablement est parasitaire. Je ne ferai qu'examiner la dégénérescence des fibres ([1]).

Tout d'abord, une question se pose : quelles sont les cellules dont la masse forme le corps de la gibbosité? Ce sont des leucocytes ou amœbocytes arrivés là par les canaux cutanés. Leur aspect et leur structure ne permettent pas d'élever de doute à cet égard. Dans le liquide cœlomique de tout Siponcle, les amœbocytes jeunes sont des phagocytes. Or, ceux qui

([1]) Dans cette description nous orientons la tumeur comme si c'était une petite colline. Les muscles tégumentaires en forment donc la base ; l'épiderme et la cuticule, les flancs et le sommet.

nous occupent en sont aussi. Certaines fibres musculaires sont entourées d'un manteau de phagocytes en train de les digérer. L'image microscopique est identique aux figures désormais classiques des traités. Il y a donc phagocytose. Il convient de voir dans quelle mesure son action se fait sentir.

1° Les phagocytes, qui sont en contact direct avec les fibres musculaires, les attaquent. Il ne semble *pas* y avoir de signes visibles de dégénérescence *avant* l'arrivée des amœbocytes. A cela près, le phénomène s'effectue comme à l'ordinaire. Ajoutons cependant un détail. De nombreuses urnes ciliées affluent dans la gibbosité de la tumeur par les canaux cutanés. A volume égal de plasma sanguin pris dans la tumeur et de plasma sanguin pris dans le cœlome, il y a dans le premier lot plus d'urnes que dans le second. De plus, ces organites sont surchargés de leucocytes ayant déjà servi. Il s'opère de la sorte une véritable excrétion d'ordre spécial, ce qui rend plus facile l'action des amœbocytes jeunes; 2° Les fibres, qui ne sont pas en contact direct avec les phagocytes, ne sont pas immédiatement attaquées par ceux-ci. Toutefois, elles présentent des caractères évidents de nécrobiose et de résorption. Le noyau se chromatolyse. La fibre se fragmente transversalement en petits parallélépipèdes ou s'étire dans le sens de la longueur en deux plaquettes. Les sarcolytes ainsi formés sont détruits par quelques phagocytes, qui ont pénétré plus avant dans la masse musculaire; 3° Les fibres profondes, qui n'ont aucun contact avec les phagocytes, se résorbent sur place. Les deux extrémités de la fibre commencent par s'effilocher, tandis que suivant l'axe de l'élément musculaire se creuse un canal. Le phénomène s'accentue et la fibre petit à petit disparaît, laissant un résidu amorphe, produit de la résorption. Le sarcolemme subsiste, et, comme le processus est identique chez toutes les fibres profondes, tous les sarcolemmes dessinent un faux tissu réticulé très ténu, dans les pseudo-mailles duquel on distingue le résidu amorphe. Ce dernier, d'ailleurs, ne tarde pas à être emporté par le liquide cœlomique.

Tels sont les trois processus de dégénérescence musculaire. Si je les ai exposés, ce n'est pas que j'aie eu l'intention d'apporter une contribution nouvelle à ce problème. J'ai simplement voulu montrer la *coexistence* de ces trois processus. On sait [et l'excellent et très élégant travail de Mercier (¹) a mis les choses au point] que quatre théories sont en présence pour expliquer l'histolyse musculaire. L'une fait appel à la phagocytose proprement dite, une autre à la lyocytose d'Anglas, une troisième à la résorption chimique, la dernière à l'autophagocytose. Comme Mercier, je n'ai jamais rencontré ce cas; nous le laisserons de côté. Mais les trois autres

---

(¹) L. MERCIER, *Les processus phagocytaires pendant la métamorphose des Batraciens anoures et des Insectes* (*Archiv. Zool. expérim. et gén.*, t. V, n° 1, 1906, p. 1-151).

ont une action simultanée. A notre avis, les muscles, qui, dans certaines circonstances pathologiques, *doivent* être détruits, *peuvent* l'être par l'un *quelconque* de ces trois processus. En d'autres mots, il n'y a *point de moyen absolu*. Chaque moyen est déterminé par la *situation* des fibres musculaires. Celles qui sont baignées pour ainsi dire par la masse des phagocytes sont phagocytées; celles qui ne sont pas en contact direct avec eux ne sont phagocytées qu'après avoir subi des modifications ou peut-être avoir été lyocytées; celles enfin qui sont très éloignées du champ d'action des amœbocytes se résorbent d'elles-mêmes par voie chimique. Le *mode de dégénérescence musculaire* n'est donc qu'une *affaire de circonstance et de relation*.

ZOOLOGIE. — *Les Blastodinides, ordre nouveau de Dinoflagellés parasites.* Note de M. **Edouard Chatton**, présentée par M. Yves Delage.

Les Dinoflagellés, ou Péridiniens, sont considérés comme des êtres essentiellement libres, soit pélagiques, soit limnétiques. La seule espèce qui, à ma connaissance, ait fait jusqu'ici exception, est le *Gymnodinium pulvisculus* Pouchet, commensal externe des Appendiculaires ([1]). Les données très incertaines que nous avons sur cette forme ne me permettent pas de dire quels sont ses rapports avec les parasites pour lesquels je crée le groupe des Blastodinides.

L'étude très succincte d'une espèce, *Blastodinium Pruvoti*, montrera les traits les plus saillants de la morphologie et de l'évolution de ces êtres.

Blastodinium Pruvoti, n. g., n. sp., a été observé à Banyuls-sur-Mer dans trois espèces de Copépodes pélagiques : *Paracalanus parvus* (Claus), *Clausocalanus arcuicornis* (Dana), *Clausocalanus furcatus* (G. Brady). Dans l'intestin moyen de ces Crustacés, aussi bien mâles que femelles, il peut y avoir de un à trente individus du parasite. La figure 1 montre trois de ces individus dans un *Paracalanus*. Leur situation y est constante. Ils n'adhèrent point à l'hôte et sont indépendants les uns des autres. Quel que soit leur nombre, leur évolution est toujours à peu près simultanée.

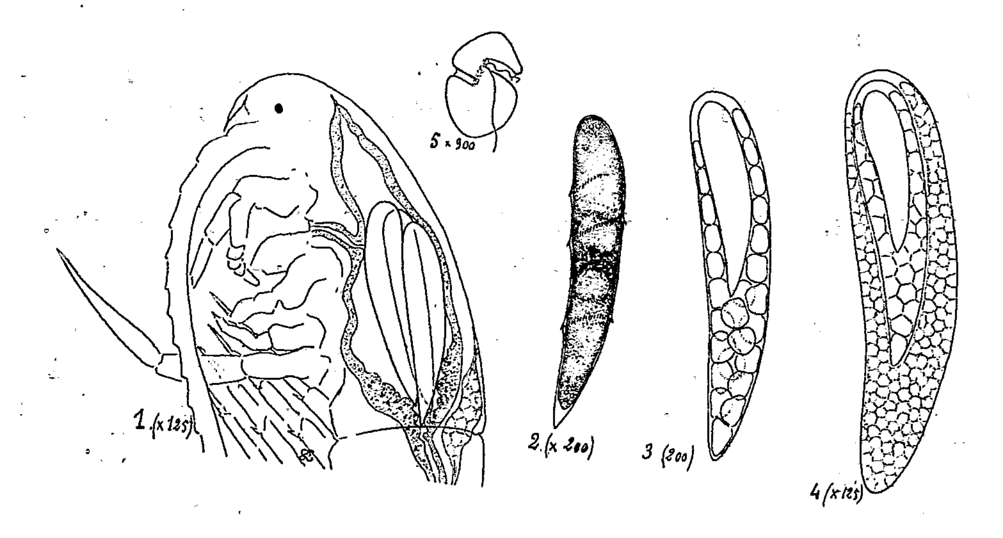
La figure 2 montre l'un de ces individus.

Il mesure 150^{μ} à 200^{μ} suivant son grand axe et 35^{μ} à 45^{μ} suivant son plus grand diamètre. C'est une cellule revêtue d'une cuticule très mince (périplaste de Schütt), souple mais non élastique, qui porte une série linéaire de très fines épines dessinant deux tours d'hélice autour du corps cellulaire. Celui-ci est constitué par une masse

(1) G. Pouchet, *Nouvelle contribution à l'histoire des Péridiniens marins* (*Journ. Anat. phys.*, t. XXI, p. 28-88, pl. II-IV).

protoplasmique chargée d'un pigment jaune brun (péridinine) pouvant s'atténuer jusqu'à disparaître, sans cause apparente. Ce pigment a son siège sur un réseau chromoplastique différencié (chromatophore des algologues). Il y a deux noyaux volumineux formés dans leur volume entier de fins chromosomes alignés suivant des files longitudinales. Cette structure se conserve dans tous les stades de la reproduction.

Celle-ci débute par la division de chacun des deux noyaux. Le protoplasme se contracte sous sa cuticule qui se sépare de lui et devient une coque. A l'intérieur de cette



coque la cellule se divise en deux blastocytes qui ne sont point homodynames. Tandis que le blastocyte supérieur traverse une période de repos, le blastocyte inférieur subit une série de segmentations suivant une progression géométrique. La figure 3 montre un *Blastodinium* où l'on voit la masse des microcytes issus du blastocyte inférieur et le blastocyte supérieur ou macrocyte resté indivis. A ce stade, ce macrocyte qui s'est accru et a reformé une nouvelle cuticule se contracte sous celle-ci qui devient une seconde coque et se divise. Des deux blastocytes nouveaux, le supérieur reste macrocyte, l'inférieur donne naissance à une deuxième génération de microcytes (*fig.* 4). Le parasite peut alors atteindre une longueur de 400^{μ} et un diamètre de 100^{μ}. Pendant que le nouveau macrocyte se segmente à son tour la coque externe éclate. Les microcytes de la première génération s'égrènent dans l'intestin et sont évacués par le rectum. Ils ne tardent pas à acquérir une forme qui ne diffère en rien de celle des Péridiniens nus ou Gymnodiniens. La figure 5 représente un de ces éléments. Il mesure 16^{μ} à 17^{μ} de long. On y voit le sillon transversal hélicoïdal, l'indication du sillon longitudinal et les deux flagelles caractéristiques de ces organismes. Ces spores, car il n'est pas douteux que ce soient là les éléments de dissémination du parasite, se sont toujours enkystées au bout de deux ou trois jours sous une enveloppe sphérique banale et je n'ai pu suivre leur destinée ultérieure.

Blastodinium Pruvoti se multiplie aussi dans l'intestin de son hôte. A un stade antérieur à celui que représente la figure 3 le macrocyte subit une division qui intéresse

sa cuticule et donne naissance à deux blastocytes homodynames. Ce sont deux macrocytes qui évoluent parallèlement à l'intérieur de leurs coques. Après la dispersion de la masse environnante des microcytes il reste deux *Blastodinium* indépendants issus d'un individu unique. On comprend maintenant pourquoi les différents coparasites présentent un développement toujours à peu près simultané.

L'évolution que j'ai décrite a été suivie tant par l'observation du produit des pêches pélagiques journalières que par l'élevage des Copépodes parasites. Elle présente des variations saisonnières que je ne puis exposer ici.

Le parasite châtre ses hôtes, mâles aussi bien que femelles. Cette castration est directe. Elle est due à une action mécanique, la compression des rudiments des gonades qui, en raison de l'espace considérable occupé par l'estomac dilaté, ne trouvent pas la place nécessaire à leur développement.

A côté du *Blastodinium Pruvoti* d'autres espèces restent à décrire dans les Copépodes Gymnopléens et Podopléens. Les Appendiculaires présentent aussi des Blastodinides qui n'ont pas de rapports immédiats avec le *Gymnodinium pulvisculus* Pouchet. Leurs caractères nécessiteront la création d'un genre nouveau.

Tous ces Dinoflagellés ont en commun leur reproduction par segmentations périodiques d'une cellule mère, donnant naissance à des générations successives de spores. Ce caractère unique, je crois, chez les Protistes, justifierait à lui seul la création du groupe des Blastodinides.

MÉDECINE. — *Interprétation de quelques résultats de la Radiothérapie et essai de fixation d'une technique rationnelle.* Note de MM. J. **Bergonié** et L. **Tribondeau**, présentée par M. d'Arsonval.

Nous voulons parler : 1° de l'étrange électivité des rayons X pour les tumeurs épithéliales; 2° des tumeurs provoquées par les rayons X.

1° Tous les médecins ont constaté avec le même intérêt, mêlé de surprise, que les radiations pouvaient frapper de mort les cellules d'un néoplasme, en laissant intacts les tissus sains voisins ou même incorporés à la tumeur. Mais les expériences *in anima vili* ont montré que *les rayons opèrent une sélection analogue entre tissus sains.* C'est ainsi que dans nos expériences sur le testicule du rat nons avons pu détruire les *cellules de la lignée séminale* alors que la glande interstitielle et le syncytium sertolien restaient indemnes. Grâce à ces recherches, il a été possible d'établir la loi suivante : *les rayons X agissent avec d'autant plus d'intensité sur les cellules que l'activité reproductrice de ces cellules est plus grande, que leur devenir karyokiné-*

tique est plus long, que leur morphologie et leurs fonctions sont moins définitivement fixées. Dès lors, il est facile de comprendre que la röntgenisation détruise les tumeurs sans détruire les tissus sains.

La stupéfaction fut grande quand des observations multiples et incontestables eurent montré que ces mêmes radiations, capables de guérir les néoplasmes dont les malades sont atteints, déterminent parfois chez le radiothérapeute, parfaitement sain préalablement, l'éclosion de tumeurs identiques au niveau des téguments imprudemment laissés dans leur champ d'action. Le doute à ce sujet n'est plus permis; les rayons X ont provoqué chez les médecins électriciens des épithéliomas des mains à allure envahissante compliqués même d'adénopathies néoplasiques. Comment interpréter ces résultats paradoxaux? L'expérimentation animale nous permet encore de donner de ces faits une explication très plausible. Regaud et Blanc ont montré récemment que les spermies du rat présentent, après exposition aux rayons X, des formes monstrueuses. Nous avons, nous aussi, trouvé des *tératocytes* dans nos préparations. Les auteurs lyonnais indiquent nettement que ces monstruosités sont dues à des *karyokinèses atypiques* des spermatocytes. De notre côté, nous avons aussi observé d'autres lésions testiculaires qui ne se peuvent expliquer que par une action des rayons sur l'activité surproductrice des spermatogonies. *Il s'ensuit que la röntgenisation, lorsqu'elle est insuffisamment intense pour tuer les cellules, peut, du moins, influencer leur évolution ultérieure.* Or l'atypie évolutive n'est-elle pas, dans l'état actuel de la Science, le *caractère capital des cellules épithéliomateuses et cancéreuses?*

Au point de vue de la pratique de la radiothérapie, l'enseignement à tirer de ces faits, c'est d'éviter de produire des karyokinèses atypiques dans les applications radiothérapiques. Or, il semble bien que la méthode des doses faibles et répétées que l'on oppose quelquefois en radiothérapie à la méthode des doses rares et massives est la plus apte à produire ces irritations non destructives, provoquant les monstruosités cellulaires et probablement les transformations malignes dont quelques-unes semblent réellement avoir été observées. Il faut donc préférer la méthode des doses massives. La technique idéale serait, étant donné un tissu complexe formé de deux ou plusieurs éléments, dont un à détruire par la radiothérapie, élément caractérisé par sa grande activité karyokinétique, de faire absorber à ce tissu complexe, et en une fois, la dose maxima de radiations compatible avec l'intégrité du ou des éléments à conserver. Il sera d'autant plus facile d'y arriver et l'effet curatif sera d'autant plus net que les activités reproductrices des éléments à détruire et à conserver seront plus différentes. La radiothérapie paraît contre-indiquée dans les cas d'éléments histologiques à activité égale dont l'un serait à conserver. En effet, dans ce cas, il n'y aurait aucune sélection des rayons X et aucune dose ne conviendrait.

Lorque deux éléments, dont l'un à détruire par la radiothérapie, ont des activités reproductrices voisines, la technique est fort difficile à fixer, ainsi que les doses à faire absorber. C'est dans ce cas que les monstruosités cellulaires et les karyokinèses atypiques risquent le plus de se produire à la suite de l'application des rayons X. On voit par là combien la constitution histologique des tumeurs à traiter par la radiothérapie, et surtout l'activité reproductrice comparée des éléments cellulaires qui composent ces tumeurs, sont importantes à connaître pour le radiothérapeute.

En supposant d'ailleurs toutes ces données réunies, il en manquerait encore beaucoup d'autres pour fixer une technique radiothérapique absolument scientifique. Il ne faut pas oublier, en effet, qu'un faisceau de rayons X, même le mieux défini par son degré radiochromométrique, est un faisceau très hétérogène et que l'électivité des divers éléments cellulaires pour chacune des radiations de ce faisceau complexe est encore à déterminer; c'est le but de nos recherches actuelles.

GÉOLOGIE. — *Sur les conglomérats de la Messénie et ceux du synclinal Glokova-Varassova en Grèce.* Note de M. **Ph. Négris**, présentée par M. Albert Gaudry.

Les savants de l'Expédition scientifique de Morée placent leur grès vert supérieur (avec marnes et poudingues) de la Messénie au-dessus de leur série de calcaires lithographiques (*Géologie*, p. 190, 194, 196): particulièrement (p. 186), ils citent à l'appui de leur opinion le mont Lycodimo. D'autre part M. Philippson (*Der Peloponnes*, p. 351, 361) signale à Zrnaora une formation de schistes et conglomérats, qui plonge sous la série des calcaires lithographiques du Lycodimo.

A la suite d'une visite que j'ai faite sur les lieux j'ai pu me convaincre que le conglomérat de Zrnaora incline bien vers le Lycodimo, mais il s'arrête contre les calcaires lithographiques, auxquels il est adossé et seul le substratum de flysch (qui plus à l'ouest tient des lentilles de calcaire crétacé-éocène), plonge sous les jaspes qui accompagnent les calcaires lithographiques. Il ne pouvait en être autrement, puisque les conglomérats proviennent de la destruction de ces roches. *Ainsi donc les conglomérats ne sont ni recouverts par les calcaires lithographiques ni ne les recouvrent, mais leur sont adossés.* L'apparence de concordance qui se présente entre ces formations provient de ce qu'elles ont été plissées ensemble,

lors du plissement pindique, et que les couches de schiste intercalées dans le conglomérat ont donné à toute cette formation une espèce de plasticité qui lui permît de se mouler contre les ondulations préexistantes.

Ceci est très net au mont Zrnaora où les plis pindiques Nord-Nord-Ouest de la chaîne de Kyparissia passent au Sud à l'orientation Nord-Ouest, au pic de Koumbès, puis Ouest-Nord-Ouest au mont Zrnaora lui-même, contre une ondulation pyrénéenne, que l'on retrouve aussi bien dans le flysch inférieur, que dans la série lithographique du Lycodimo, interférant avec l'orientation Nord-Nord-Ouest. Signalons, d'ailleurs, que cette déviation de la chaîne Kyparissia a amené sa dislocation et a occasionné l'échancrure bien connue de Chatzi, au-dessus de laquelle se dressent quelques crêtes peu élevées avec l'orientation déviée Nord-Ouest. La même déviation de la chaîne se distingue du sommet du Lycodimo plus au Sud vers la pointe de Coron par le mont Hagios Dimitrios.

En ce qui concerne l'âge des conglomérats de la Messénie, nous savons qu'ils sont postérieurs au Lutétien, puisqu'ils proviennent de la nappe de charriage qui s'est développée à la fin de cette époque (Ph. Négris, *Sur la nappe charriée du Péloponèse* (*Comptes rendus*, 15 janvier 1906)] : d'autre part, ils sont antérieurs au plissement pindique qui les a soulevés; ce dernier est lui-même antérieur au deuxième étage méditerranéen de Suess, car les plis pindiques ont été arasés par la mer de cet étage, comme les couches pliocènes déposées sur les surfaces d'abrasion le prouvent (Philippson, *Der Peloponnes*, p. 367).

Il y a de grandes présomptions pour que ces conglomérats soient contemporains des conglomérats des météores et qu'ils se soient déposés les uns et les autres dans des effondrements transversaux aux plis pyrénéens, tels qu'il s'en est produit à l'époque oligocène dans diverses régions. Du moins, l'épaisseur considérable de ces conglomérats, n'atteignant pas en Messénie moins de 500^m, implique le dépôt dans des fosses profondes.

Des débris de la nappe charriée de Naupacte [Ph. Négris, *Sur les racines de la nappe de charriage du Péloponèse* (*Comptes rendus*, 29 janv. 1906)] se sont formés d'autres conglomérats. Il est vrai qu'ici ils n'apparaissent pas immédiatement contre la nappe : ils ont été conservés dans un synclinal entre les monts de Glokova et de Varassova, en face de Patras; les flancs du synclinal sont formés par ces deux montagnes, composées de calcaire crétacé-éocène. Les horizons supérieurs de Glokova contiennent *Alveolina* du groupe de *subpyrenaica* et *Orbitolites complanata*, d'après une détermination qu'a bien voulu faire M. Thevenin; ces fossiles assignent à ces horizons un âge lutétien. Cela montre que la nappe de charriage de Naupacte est contemporaine de celle du Péloponèse et que les conglomérats sont postérieurs au

Lutétien. Ils ont été pris dans les plis pindiques. Nous sommes ici encore au point où les plis pindiques des Alpes d'Œtolie tendent à se dévier du Nord-Nord-Ouest vers le Nord-Sud et le Nord-Nord-Est contre les plis de l'Olonos [Ph. Négris, *Sur la nappe charriée du Péloponèse* (*Comptes rendus*, 15 janvier 1906)]. On peut même suivre sur les bancs calcaires de Glocova et de Varassova les effets de la déviation. Sur le côté Est de Varassova, qui est le côté convexe du recourbement, le calcaire a été complètement fracturé, et, tandis qu'au Nord la surface de contact avec les couches supérieures du conglomérat est régulière et plane, au Sud cette surface s'arrête à une déchirure béante jusqu'à la mer, où la continuation du pli s'est abîmé dans les flots. De même sur le côté Est de Glocova, la partie extérieure du recourbement s'est échancrée suivant une ligne NNE, la continuation du pli s'étant encore ici abîmée dans le golfe de Patras. Cela explique que le conglomérat ne se soit pas conservé en dehors du synclinal, entre ce dernier et la nappe de charriage qui n'apparaît qu'au mont Rigani, au-dessus de Naupacte. Cependant les produits de l'érosion du conglomérat se retrouvent dans le néogène qui limite cette région au Sud.

Il se présente ici une autre particularité remarquable. Le conglomérat du synclinal au Nord occupe le fond d'une vallée presque horizontalement, ou avec une légère pente : sur les côtés, il est recouvert de schiste avec bancs de grès, aussi très peu inclinés. Le passage des couches redressées aux couches presque horizontales est masqué par les alluvions, mais il ne peut qu'être brusque. Ce conglomérat horizontal ne peut avoir été ainsi conservé que dans un effondrement antérieur aux plis pindiques, effondrement qui, à la suite des circonstances même de l'écroulement, aurait laissé un certain jeu à la partie effondrée, qui aurait ainsi été préservée des pressions latérales produites en dehors de l'effondrement lors du plissement pindique.

Il se serait passé peut-être quelque chose de pareil avec les conglomérats des météores qui sont peu inclinés et paraissent appartenir au grand effondrement de Chassia peu atteint par les plis pindiques.

M. **A. Guillemin** adresse une Note intitulée : *L'unité normale pratique pour les angles et les temps.*

(Commissaires : MM. Bouquet de la Grye et H. Poincaré.)

La séance est levée à 4 heures.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 19 NOVEMBRE 1906.

Édouard Piette, 1827-1906. (*Notice biographique*, par H. FISCHER. — *Recueil de notices et extraits consacrés à sa mémoire.* — *Discours prononcé à ses funérailles*, par M. SALOMON REINACH. — *Notice bibliographique.*) Rennes, imp. Oberthur, s. d.; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Albert Gaudry.)

Déplacement des glaces polaires et grandes extensions des glaciers, par EDOUARD PIETTE. Saint-Quentin, imp. Charles Poette, 1906; 1 fasc. in-8°.

Le chevêtre et la semi-domestication des animaux aux temps pléistocènes, par ÉDOUARD PIETTE. (Extr. de *L'Anthropologie*, t. XVII.) Paris, Masson et Cie, 1906; 1 fasc. in-8°.

Fibules pléistocènes, par M. ÉDOUARD PIETTE. (Extr. de la *Revue préhistorique*, 1re année, 1906, n° 1.) Paris, Vigot frères, 1906; 1 fasc. in-8°.

Ministère des Travaux publics. *Études des gîtes minéraux de la France : Structure et origine des grès du Tertiaire parisien*, par L. CAYEUX. Paris, Imprimerie nationale, 1906; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Michel Lévy.)

Cahiers du Service géographique de l'Armée, n° 24 : *Matériaux d'étude topologique pour la France;* 1re série. Paris, 1906; 1 fasc. in-8°.

Contribution à l'étude de la stabilité des aéroplanes, par J. GALTIER. Bordeaux, Féret et fils, 1906; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Méthode de sérodiagnostic par les agglutinines, par M. EMM. POZZI-ESCOT. Paris, Jules Rousset, 1907; 1 fasc. in-12.

Les précipitines et leurs applications, par M. EMM. POZZI-ESCOT. Paris, Jules Rousset, 1907; 1 fasc. in-12.

La santé des Européens entre les tropiques, leçons d'Hygiène et de Médecine sanitaire coloniales, par ALEXANDRE LAYET; 1re partie : *Le climat, le sol, les agents vivants d'agression morbide;* avec 162 figures dans le texte. Paris, Félix Alcan, 1906; 1 vol. in-8°.

Les malingres dans l'Armée : Ce qu'on peut, ce qu'on doit faire, par MM. M.-D. SIMON et H. PERRIN. (Extr. des *Archives de Médecine et de Pharmacie militaires*, avril 1906.) Paris, imp. Lahure; 1 fasc. in-8°. (Hommage des auteurs.)

Recherches sur la culture de l'asperge dans l'Auxerrois, par E. ROUSSEAU et CH. BRIOUX. (*Mémoire publié par la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale*, année 1906.) Paris, 1906; 1 fasc. in-4°.

(*A suivre.*)

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE PUBLIQUE ANNUELLE DU LUNDI 17 DÉCEMBRE 1906,

PRÉSIDÉE PAR M. H. POINCARÉ.

M. **H. Poincaré** prononce l'allocution suivante :

« Messieurs,

» Dans nos réunions annuelles, nous avons coutume de jeter un coup d'œil en arrière sur l'année qui vient de s'écouler. Un coup d'œil en arrière est toujours mélancolique. Chaque année des vides se sont produits parmi nous et dont ne peuvent nous consoler quelques conquêtes péniblement arrachées à une nature avare de ses secrets. Quel est le général si endurci, qui le soir de la plus belle victoire, ne la trouve pas chèrement achetée?

» Cette année, je n'aurais à vous parler que de petites conquêtes qui n'ont pas fait de bruit et qui ne valent que par leur nombre; en revanche nous avons fait des pertes cruelles.

» Et d'abord un épouvantable accident, qui fut pour nous un coup de foudre, nous a enlevé un de nos confrères les plus illustres et les plus estimés.

» Curie était un de ceux sur qui la Science et la France croyaient avoir le droit de compter. Son âge permettait les longs espoirs; ce qu'il avait déjà donné semblait une promesse, et l'on savait que, vivant, il n'y faillirait pas. Le soir qui précéda sa mort (pardonnez-moi ce souvenir personnel) j'étais assis à côté de lui; il me parlait de ses projets, de ses idées, j'admirais cette fécondité et cette profondeur de pensée, l'aspect nouveau que prenaient les phénomènes physiques, vus à travers cet esprit original et lucide, je croyais mieux comprendre la grandeur de l'intelligence humaine, et le lendemain tout était anéanti en un instant; un hasard stupide venait nous rappeler brutalement combien la pensée tient peu de place en face des mille forces aveugles qui se heurtent à travers le monde sans savoir où elles vont et en broyant tout sur leur passage.

» Ses amis, ses confrères comprirent tout de suite la portée de la perte qu'ils venaient de faire; mais le deuil s'étendit bien au delà; à l'étranger, les plus illustres savants s'y associèrent et tinrent à manifester l'estime où ils tenaient notre compatriote, pendant que, dans notre pays, il n'était pas un Français, si ignorant qu'il fût, qui ne sentît plus ou moins confusément quelle force la patrie et l'humanité venaient de perdre.

» Curie apportait dans l'étude des phénomènes physiques je ne sais quel sens très fin qui, lui faisant deviner des analogies insoupçonnées, lui permettait de s'orienter à travers un dédale de complexes apparences où d'autres se seraient égarés. Le monde s'offre à nous comme une suite d'images changeantes et bariolées qui semblent se succéder capricieusement. Tous les physiciens savent que ces aspects fugitifs recouvrent un fond immuable; mais tous ne savent pas le découvrir. Les uns, comme l'enfant qui poursuit un papillon, s'attachent à ce qu'il y a d'éphémère dans le phénomène, sans discerner ce qu'il a de commun avec ce qui précède et avec ce qui suit; les autres ne semblent regarder que dans leur propre pensée et ferment les yeux quand la nature s'avise de la contredire. Les vrais physiciens, comme Curie, ne regardent ni en dedans d'eux-mêmes, ni à la surface des choses, ils savent voir sous les choses.

» Les Mathématiques sont quelquefois une gêne, ou même un danger quand, par la précision même de leur langage, elles nous amènent à affirmer plus que nous ne savons. Ceux qui ont cet instinct dont je vous parle savent mieux s'en servir. Ils n'y voient qu'un moyen de mieux exprimer cette symétrie qu'ils sentent dans les choses. C'est par ce sentiment de la symétrie que Curie fut amené à la découverte de la piézoélectricité du quartz, travail où se révélèrent pour la première fois ses rares qualités.

» Son attention fut ainsi attirée sur les cristaux; quelle est la raison mystérieuse qui donne à ces corps cette régularité géométrique qui nous étonne; pourquoi se développent-ils symétriquement et ont-ils toujours la même forme qu'ils reprennent, même quand on les mutile, pourvu qu'ils puissent continuer à s'accroître? Curie avait sur toutes ces questions des vues originales que la mort ne lui a pas laissé le temps d'approfondir.

» Dans un champ magnétique, le fer s'aimante fortement; mais les autres corps subissent des actions analogues quoique beaucoup plus faibles, soit dans le même sens, soit en sens contraire. On aurait pu croire et l'on croyait en effet qu'il n'y avait là qu'une différence de degré. Curie nous a fait voir qu'il n'en est rien et que les causes qui rendent magnétiques le fer ou le nickel par exemple, n'ont rien de commun avec celles qui produisent dans

d'autres corps des effets du même genre, et en effet l'influence de la température se fait sentir dans les deux cas d'une façon tout à fait différente.

» Ces premières recherches lui avaient valu l'admiration de quelques physiciens compétents; mais, comme il aimait l'ombre, son nom restait ignoré du public. Une découverte étonnante le fit connaître et du jour au lendemain le rendit célèbre. Il y a en Bohême une mine d'où l'on extrait une roche qui contient de nombreux éléments divers dont quelques-uns étaient regardés comme très rares; or elle en contenait un que personne n'avait vu et qui était bien plus rare encore; c'est à peine si chaque tonne en renfermait une fraction de milligramme. C'était le radium; quand les Curie eurent isolé et rassemblé ce métal nouveau, on vit qu'il possédait les propriétés les plus surprenantes. Il en sort constamment des radiations que l'on peut assimiler à un flux de corpuscules électrisés, extraordinairement ténus, animés de vitesses presque aussi grandes que celles de la lumière. Ces corpuscules sont, croit-on, si légers que le radium pourrait en émettre pendant des milliards d'années sans que son poids diminue sensiblement. Quand ils atteignent un électroscope, ils le déchargent; quand ils frappent certains corps, ils les illuminent, et, au premier abord, cette lumière semble éternelle, puisque la source en semble inépuisable.

» Ces corpuscules réalisent des vitesses que nous ne connaissions pas, et l'étude de leurs mouvements nous révèle une mécanique nouvelle qui, aux yeux de quelques enthousiastes, doit bientôt supplanter notre pauvre vieille mécanique, bonne tout au plus pour nos misérables machines qui font péniblement du 120 à l'heure ou pour les paresseuses planètes qui vont à peine mille fois plus vite. Et cette mécanique nouvelle ne laisse rien debout; on nous annonce déjà qu'il n'y a plus de matière et que ce que nous appelons ainsi n'est qu'une illusion d'origine électrique.

» Le radium qui produit de la lumière doit également produire de la chaleur; mais Curie a montré qu'il en produit beaucoup; et ce fut une nouvelle surprise. Était-ce là le mouvement perpétuel? On s'est peut-être trop hâté de l'affirmer; puisqu'on nous dit maintenant que le radium doit s'épuiser en douze cents ans. A ce compte, il contiendrait encore cent mille fois plus de chaleur que le même poids de charbon. Et alors on a voulu voir la source de la chaleur interne du globe ou même de la chaleur solaire dans des provisions cachées de radium.

» Plus on étudiait le nouveau corps, plus on trouvait de faits inattendus qui semblaient démentir tout ce que nous croyions savoir de la matière. On en voyait sortir de mystérieuses émanations dont les transformations successives paraissaient la cause de la chaleur produite et qui, finalement,

aboutissaient à l'hélium, un gaz très léger qu'on a trouvé dans le Soleil bien avant de le rencontrer sur la Terre. Le rêve des vieux alchimistes était-il donc réalisé? Était-on en présence de la transmutation des éléments? Ceux qui s'effrayent des nouveautés auraient tort de s'alarmer trop vite. Il est probable que les chimistes réussiront finalement à faire rentrer ces phénomènes étranges dans les cadres qui leur sont familiers; on s'arrange toujours en effet et si les éléments sont, par définition, ce qui demeure constant dans toutes les transformations, il faudra bien qu'ils soient immuables. Toujours est-il que ce sont là des réactions bien différentes de tout ce que nous connaissions et qui mettent en jeu d'invraisemblables quantités d'énergie. On a peut-être été trop vite, mais de ce que l'on a rêvé il restera toujours assez pour que toute la Physique demeure bouleversée.

» Encore ne parlerai-je pas ici des applications médicales, je n'aime pas à aborder les questions pratiques, parce que je me sens un peu naïf et que j'ai toujours peur de faire de la réclame mal à propos et de faire le jeu de quelque trust.

» Ces résultats qui éblouissaient le public doivent paraître plus précieux encore à ceux qui savent de quelle longue patience et de quelle admirable sagacité ils ont été achetés. De hautes récompenses, bien méritées, redoublèrent la popularité de Curie; la presse quotidienne fit retentir son nom et, malgré lui, il devint à la mode. La renommée qui d'ordinaire ne va guère au-devant de ceux qui ne la cherchent pas, alla le poursuivre jusque dans l'obscurité où il la fuyait. Tant de bruit effarouchait cet homme si modeste qui n'aimait la Science que pour elle-même et cette notoriété tapageuse n'aurait été à ses yeux qu'un accident importun, ennemi de son travail et de son repos, s'il n'avait pas senti que toute cette gloire n'était pas seulement pour lui, mais rejaillissait sur la France.

» Tous ceux qui l'ont connu savent quel était l'agrément et la sûreté de son commerce, quel charme délicat s'exhalait, pour ainsi dire, de sa douce modestie, de sa naïve droiture, de la finesse de son esprit. Toujours prêt à s'effacer devant les siens, devant ses amis ou même ses rivaux, il était ce qu'on appelle un « détestable candidat »; mais, dans notre démocratie, les candidats, c'est ce qui manque le moins.

» Qui aurait cru que tant de douceur cachât une âme intransigeante? Il ne transigeait pas avec les principes généreux dont on l'avait nourri, avec l'idéal moral particulier qu'on lui avait appris à aimer, cet idéal de sincérité absolue, trop haut peut-être pour le monde où nous vivons. Il ne connaissait pas ces mille petits accommodements dont se contente notre faiblesse. Il ne séparait pas d'ailleurs le culte de cet idéal de celui qu'il rendait

à la Science, et il nous a montré par un éclatant exemple quelle haute conception du devoir peut sortir du simple et pur amour de la vérité. Peu importe à quel Dieu l'on croit; c'est la foi, ce n'est pas le Dieu qui fait les miracles.

» Nous ne pouvons rappeler le souvenir de Curie sans que notre pensée aille à cette femme admirable qui ne fut pas seulement pour lui une compagne dévouée, mais une précieuse collaboratrice. Sa part fut importante. Ces quantités infinitésimales de matière disséminées et comme perdues dans des masses énormes, que de patience, de soin, d'attention constante ne fallait-il pas pour n'en pas perdre de vue les traces à peine visibles, les concentrer sans en rien perdre et, finalement, les rassembler en quelques grains de riche poussière. D'ailleurs cette collaboration, où les qualités naturelles de l'homme et de la femme se trouvèrent si heureusement associées, ne fut pas seulement un échange d'idées; elle fut avant tout un échange d'énergie, sûr remède contre ces découragements passagers auxquels tous les chercheurs sont exposés. Une telle action morale est sans prix et nous n'avons pas de balance pour la peser.

» La mort de M. Bischoffsheim fut presque pour ses confrères un coup inattendu, car, à le voir si plein de vivacité, de gaieté, de bonne humeur, nous aurions oublié son âge, s'il n'avait eu de temps en temps la coquetterie de nous le rappeler. Nous prenions plaisir à voir parmi nous cet aimable vieillard, si naturellement simple, si rempli d'affabilité pour tous, et qui se délassait dans nos rangs de ces agitations politiques qui ont usé ses forces et peut-être hâté sa fin.

» Son nom évoque naturellement le souvenir des grandes fondations que nous lui devons et je serais tenté de le mettre en parallèle avec ces milliardaires du Nouveau-Monde, qui ont tant fait pour la Science américaine et pour la grandeur intellectuelle de leur pays. Mais je m'arrête, car je crois le voir protester et se défendre contre la menace d'une réclame importune. Combien de fois ceux d'entre nous qui allaient lui demander son concours pour quelque œuvre scientifique utile ne l'ont-ils pas entendu répondre : « Je veux bien, mais pas de tapage, je vous en prie, que mon nom ne soit pas prononcé ». Et c'est pourquoi j'ai peur de le désobliger en faisant trop de tapage.

» Il ne s'agissait pas pour lui de s'élever un fastueux tombeau, destiné à éblouir l'imagination des foules, une sorte de pyramide de Chéops qui ne servirait la Science que par surcroît. Ce qu'il rêvait, ce n'était pas de perpétuer sa mémoire, c'était de faire quelque chose de réellement utile.

» Il donnait avec tant de simplicité, que je me demandais quelquefois,

s'il ne croyait pas seulement acquitter une dette; s'il ne se considérait pas comme chargé par la grande Richesse contemporaine, que les découvertes scientifiques ont rendue possible, de restituer à la Science un peu de ce qui lui vient d'elle. Est-ce pour cela qu'il avait toujours l'air d'attacher si peu de prix à ses largesses?

» Mais il nous donnait autre chose encore et qui peut-être n'était pas moins précieux, c'étaient les conseils de son robuste bon sens, son expérience pratique des affaires; son art de manier les hommes. Une grande fondation ne se crée pas seulement avec de l'argent; il y faut l'esprit de suite, l'intelligence de l'administrateur; le discernement qui vous fait distinguer ce qui est utile de ce qui est superflu, et le caractère qui vous donne le courage d'accorder ce qu'il faut et de refuser ce qui est inutile. Nous l'avons bien vu quand, les constructions terminées, il a fallu faire fonctionner la nouvelle institution. Quelle place il tenait dans le conseil de l'Observatoire, de son Observatoire! Ce n'était pas seulement celle qui était due à sa généreuse initiative; c'était aussi, c'était surtout celle que lui valaient la sagesse de ses avis et son sens de la réalité. Il nous a souvent aidés à trouver la solution d'une difficulté pratique et son influence est pour beaucoup dans la bonne harmonie qui n'a jamais cessé de régner dans le personnel.

» C'est là-bas qu'il fallait le voir, sur ce mont Gros au pied duquel s'étend la ville de Nice et la mer d'azur; là, il vous montrait ces instruments qui nous ont donné tant de planètes nouvelles et tant de comètes; il vous montrait cette majestueuse coupole, chef-d'œuvre de Garnier, se découpant sur ce ciel si bleu qui semble promettre aux astronomes des nuits splendides. Ou bien, plus haut encore, dans les régions sauvages et pittoresques des Alpes-Maritimes, tout près des neiges éternelles, au sommet du Mounier, où il avait élevé un petit observatoire de montagne qu'il rêvait d'agrandir encore. Là, on voyait que son œuvre était bien lui-même, qu'il ne l'avait pas seulement payée, mais qu'il l'avait créée.

» Peu de temps après, nous étions frappés d'un troisième deuil et nous perdions encore un confrère aimable et bienveillant qui était un galant homme et un homme de bien.

» Toute sa vie, Brouardel nous avait donné l'exemple d'une infatigable activité mise au service de la Science et de l'humanité. Toujours sur la brèche, il était assidu à nos séances où il prenait part à nos discussions scientifiques, comme à celles de nombreuses Commissions chargées de résoudre des questions pratiques; sans parler de son enseignement et du temps qu'il consacrait aux intérêts de la Faculté de Médecine. C'est ainsi

qu'il put longtemps nous donner cette illusion qu'il était inaccessible aux atteintes de l'âge et de la maladie. Mais il y a un an sa robuste constitution avait commencé à plier, et il avait été obligé de prendre quelque repos et finalement d'abandonner toutes ses occupations. Dès ce moment ses amis ne s'y trompèrent pas et désespérèrent de le conserver longtemps. Ils savaient bien, en effet, que les hommes comme lui ne se reposent que quand leurs forces sont complètement épuisées, et qu'ils ne s'arrêtent que pour ne plus se relever. Et pourtant sa mort fut pour eux et pour nous tous une douloureuse surprise, et le souvenir de la part qu'il prenait à nos travaux nous semblait encore si récent que nous ne pouvions nous attendre à le voir disparaître si promptement.

» La médecine légale présente des problèmes extrêmement complexes, parce que les données en sont multiples et d'origine diverse, sans cesse variables d'une espèce à l'autre; parce que le savant n'y doit pas seulement pénétrer le mystère de la nature inconsciente, comme dans les autres problèmes scientifiques, mais déjouer la ruse de l'homme. Pour les résoudre, il faut être à la fois physicien, chimiste, physiologiste et psychologue. Et ces problèmes sont d'autant plus redoutables que les conséqnences d'une erreur peuvent être épouvantables, entraîner pour un innocent des souffrances imméritées et, ce qui est pis encore, abaisser l'humanité tout entière en obscurcissant l'idée de justice. Nul ne savait mieux les résoudre que notre confrère, grâce à sa science, à son bon sens, à sa sagacité, à sa connaissance des hommes; bien des fois il aida la justice à découvrir un criminel, bien des fois aussi il eut la joie de sauver un innocent que les apparences allaient perdre. Inutile de rappeler des exemples dont quelques-uns sont récents.

» L'hygiène, dont nos pères se souciaient si peu, a pris dans les sociétés d'aujourd'hui une importance énorme et qui ne fera que s'accroître. La rapidité moderne des communications n'ouvre pas seulement nos portes aux hommes et aux marchandises des terres lointaines, mais à une foule de microbes et de maladies infectieuses; les races en se mêlant s'apportent mutuellement leurs maux. D'autre part, la concentration croissante de la population dans les villes multiplie les contacts et par là les chances de contagion. Enfin le travail n'est plus ce qu'il était autrefois; la vie moderne, accélérant tous les jours son mouvement, nous tient constamment en haleine et réclame de l'homme d'affaires, de l'ouvrier d'usine, comme du travailleur cérébral, un effort sans cesse croissant. Aussi la civilisation serait-elle exposée à périr par son excès même si l'hygiéniste ne veillait; contre des ennemis nouveaux il nous fournit de nouvelles armes et surtout

il nous apprend à leur opposer non plus des efforts isolés et sans cohésion, mais une action systématique et disciplinée; l'hygiène n'est plus une affaire individuelle, mais municipale, nationale ou internationale.

» Ce rôle nouveau de l'hygiène, Brouardel a été un des premiers à le comprendre dans toute sa largeur. Il y a des maladies évitables, disait-il, et non seulement il le disait, mais il le prouvait en nous montrant les résultats obtenus à l'étranger.

» Grâce à sa persévérance, et malgré les obstacles de toutes sortes qu'il avait à combattre, les exemples qu'il nous proposait comme modèles commencent à être suivis.

» Mais que de difficultés dans cette lutte; que de droits acquis à respecter, que de préjugés même à ménager. Nous ne sommes plus, en effet, dans le domaine de la Science pure, mais en pleine mêlée, dans la guerre quotidienne où les grands intérêts économiques des nations, et même les petits intérêts des individus tiennent plus de place que la vérité scientifique. Il fallait, pour faire œuvre utile, un homme apte à la fois à regarder cette vérité en face, et à s'assouplir aux multiples nécessités de la vie pratique. Ce sont là deux dons très différents et qui sont bien rarement réunis.

» Brouardel les possédait l'un et l'autre au plus haut degré, et c'est ce qui rendait son concours si précieux dans les Commissions où s'agitaient ces graves questions, et qui, pour des problèmes urgents, voulaient des solutions immédiates, et surtout dans ces Congrès internationaux où il a tenu une si grande place. Ce sont ces Congrès, par exemple, qui ont, sans nuire aux intérêts commerciaux, arrêté à maintes reprises le choléra aux portes de l'Europe; quelle part notre confrère a prise au succès de leurs travaux, ses collègues étrangers aimaient à le rappeler.

» C'est aussi ce rare assemblage de deux facultés qui semblent opposées, qui nous explique la direction qu'il a donnée à son activité scientifique.

» Dans cette voie, les savants ne peuvent guère compter sur le bonheur de découvrir ces lois générales, extérieures pour ainsi dire à l'espace et au temps, mais ils ont d'autres joies et avant tout celle de faire à l'humanité du bien tout de suite et de soulager les maux sans faire attendre le remède.

» Le savant est accoutumé à ne conquérir la vérité que lentement; pour lui, toute certitude doit être achetée par de longues hésitations, par de perpétuels tâtonnements. Il se défie de celle qui s'offre trop facilement, et il ne l'accepte qu'après l'avoir soumise à des épreuves nombreuses et diverses. L'homme qui doit agir ne peut s'embarrasser de ces scrupules. Il se soucie peu d'une vérité qui se ferait si longtemps attendre, parce qu'elle arriverait trop tard et quand le moment de l'action serait passé. Il lui faut donc des

conquêtes rapides, ce ne sont parfois ni les plus durables, ni celles que l'on doit le plus estimer. Aussi a-t-il à redouter des écueils que nous ne connaissons pas, nous autres pour qui le temps ne compte pas, et alors nous serions tentés parfois de dire qu'un vrai savant ne devrait pas les affronter; combien il vaut mieux au contraire nous féliciter qu'il y ait des hommes assez habiles pour les éviter.

» L'Académie a également perdu cinq de ses correspondants.

» Boltzmann, qui vient de mourir tragiquement, professait depuis longtemps à Vienne; il s'était surtout fait connaître par ses recherches sur la théorie cinétique des gaz. Si le monde obéit aux lois de la Mécanique qui permettent indifféremment de marcher en avant ou en arrière, pourquoi tend-il constamment vers l'uniformité sans que l'on puisse le faire rétrograder? Telle est la question qu'il avait entrepris de résoudre et non sans quelque succès.

» Langley, l'un des physiciens les plus éminents de l'Amérique, nous avait révélé des régions inconnues du spectre solaire, les régions dites *infra-rouges*, que nous ne pouvons voir, parce qu'elles n'impressionnent pas notre rétine et qui ne se laissent pas non plus photographier. Un instrument ingénieux qu'il appelait le *bolomètre* lui avait permis de les explorer. Dans ces derniers temps, il s'était occupé du vol des oiseaux, il nous avait appris pourquoi les aigles peuvent planer si longtemps sans remuer les ailes et il rêvait de les imiter en construisant de puissants aéroplanes; peut-être sommes-nous sur le point de voir la réalisation de son rêve, il sera mort sans y avoir assisté.

» Rayet, Directeur de l'Observatoire de Bordeaux, avait découvert un des premiers, pendant une éclipse totale, le spectre des protubérances solaires, découverte dont les conséquences furent considérables. Il avait travaillé avec ardeur et succès à la grande Carte Photographique du Ciel. Malgré l'altération de sa santé, il resta jusqu'à la fin sur la brèche.

» Sire avait réalisé de curieuses expériences sur les gyroscopes à une époque où l'on était moins familier qu'aujourd'hui avec les propriétés paradoxales de ces appareils. L'ingéniosité d'esprit dont il avait fait preuve avait attiré l'attention de tous les Mécaniciens, surpris par ses résultats qu'ils expliquèrent, mais qu'ils n'avaient pas prévus.

» Bienaymé, savant ingénieur, avait étudié la construction des machines à vapeur de la Marine et avait contribué à créer notre flotte de guerre.

» Je croyais cette liste close quand j'ai appris la mort de notre Correspondant, M. Augustin Normand, l'habile constructeur à qui notre Marine

doit une arme formidable, le torpilleur, et celle du Colonel Mannheim, un savant qui n'était pas des nôtres mais qui a professé longtemps à l'École Polytechnique, et qui s'est fait remarquer par la clarté impeccable de son enseignement et d'élégants travaux de Géométrie cinématique.

» Aux noms des membres et des correspondants de notre Académie que nous avons perdus depuis un an, qu'il me soit permis d'associer le souvenir des officiers et des soldats qui sont morts pour la Science, sous le climat de l'Équateur, au service de la mission géodésique organisée par l'Académie. Cette opération qui durait depuis cinq ans s'est heureusement terminée, malgré des difficultés sans nombre et des fatigues énormes. Le succès a été complet et je tiens à féliciter ceux qui sont revenus de là-bas après avoir montré sur des rivages lointains, dans une expédition pacifique, ce que valent le courage, l'endurance et la science de l'armée française; je tiens surtout à saluer le Commandant Massenet, le Sapeur Roussel et le Canonnier Pressé qui moins heureux n'ont pas vu le triomphe final et qui sont tombés sur cet autre champ de bataille. »

PRIX DÉCERNÉS.

ANNÉE 1906.

GÉOMÉTRIE.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

(Commissaires : MM. Jordan, Poincaré, Appell, Painlevé, Humbert, Maurice Levy, Darboux, Boussinesq; Émile Picard, rapporteur.)

L'Académie avait mis au concours la question suivante :

Perfectionner en un point important l'étude de la convergence des fractions continues algébriques.

Cinq Mémoires ont été présentés au concours.

Un premier Mémoire portant la devise *Lac-Sap*, d'un caractère élémentaire, ne renferme aucun résultat vraiment nouveau. Un second Mémoire avec la devise « Travaillez, prenez de la peine, c'est le fond qui manque le moins » indique un talent distingué, mais son auteur paraît peu au courant des travaux antérieurs sur le sujet, et plusieurs de ses résultats ne sont que des cas très particuliers de propositions générales que nous retrouverons dans d'autres Mémoires. La Commission n'a donc pu retenir ce travail, quel que soit l'intérêt de quelques-unes de ses parties.

Les trois autres Mémoires sont signés de MM. **H. Padé**, **R. de Montessus**, et **Auric**. Chacun de ces auteurs, ayant auparavant publié des Notes ou Mémoires sur la théorie des fractions continues, est amené à rappeler ses travaux précédents, en les présentant parfois sous une nouvelle forme. Il nous a donc paru impossible de séparer l'œuvre actuelle des œuvres antérieures.

M. **H. Padé** a étendu notablement le domaine de la théorie des fractions continues algébriques, en considérant des fractions à deux indices de telle sorte que, prenant par exemple une série ordonnée suivant les puissances croissantes d'une variable, les réduites se répartissent en un Tableau à double entrée dépendant des degrés μ et ν du dénominateur et du numérateur, l'ordre d'approximation étant donné par $\mu+\nu+2$. En général le Tableau des réduites est normal, c'est-à-dire qu'il n'y a pas dans la Table deux réduites égales. Deux réduites (μ, ν), (μ', ν') distinctes sont contiguës et progressantes, quand les différences $\mu'-\mu$ et $\nu'-\nu$ sont nulles ou égales à *un*. Des réduites contiguës et progressantes, choisies d'une manière quelconque, sont les réduites d'une fraction continue *holoïde :* les numérateurs partiels d'une telle fonction sont des monomes où l'exposant de la variable est différent de zéro, les dénominateurs partiels étant des polynomes. Une importante classification est faite par M. Padé. Les successions de réduites correspondant aux parallèles aux axes μ et ν donnent naissance aux fractions continues *régulières* où les numérateurs partiels sont du premier degré ainsi que les dénominateurs. Celles qui correspondent aux parallèles à la bissectrice de l'angle des axes donnent les fractions continues *régulières* où les numérateurs partiels sont du second degré et les dénominateurs du premier. Enfin pour celles qui dessinent dans la Table une sorte de chemin en zigzag où alternativement on se déplace parallèlement à l'un et à l'autre axe, les numérateurs sont du premier degré et les dénominateurs

des constantes; elles sont évidemment la superposition de deux des fractions continues régulières de catégories précédentes, mais cette circonstance rend compte de faits au premier abord singuliers où interviennent les parités des réduites.

En ce qui concerne la convergence, le problème général, pour une fonction donnée, serait d'étudier la réduite (μ, ν) quand les entiers μ et ν grandissent indéfiniment suivant une loi quelconque. M. Padé a étudié à ce point de vue, et de deux manières différentes, la fonction exponentielle e^{ax}. La conclusion, bien digne de remarque, est que la réduite tend toujours vers e^{ax}.

Plusieurs problèmes étudiés antérieurement, notamment par Thomæ et Laguerre, sans remonter plus haut, sont des cas particuliers du problème suivant : « Étudier le développement en fraction continue de la fonction génératrice d'une quantité qui satisfait à une équation aux différences finies linéaire et du premier ordre, à coefficients linéaires relativement à l'indice ». D'après un théorème de Laplace, cette fonction satisfait à une équation linéaire du premier ordre. M. Padé forme une équation linéaire du second ordre dont les solutions sont étroitement reliées aux propriétés de la réduite (μ, ν), l'une de ces solutions étant le dénominateur de la réduite. De là se déduisent les relations de récurrence qui donnent les fractions continues holoïdes, ainsi que les formules dont dépend l'étude de la convergence. Au sujet de celle-ci, les résultats obtenus sont les suivants : les fractions continues régulières dont les réduites correspondent à $\mu =$ const. sont convergentes et représentent la fonction à l'intérieur d'une circonférence, ayant l'origine pour centre et passant par un certain point A du plan, et divergentes au dehors. On a une coupure rectiligne, prolongement de la droite joignant l'origine au point A, pour les fractions continues régulières correspondant aux parallèles à la bissectrice de l'angle des axes. Nous nous sommes placé dans le cas général; il y a des cas intéressants de dégénérescence dont M. Padé fait une étude approfondie.

M. Padé a dû laisser de côté le cas, sans doute très difficile, où μ et ν croissent indéfiniment d'une manière quelconque. Nous avons dit qu'il avait traité complètement à ce point de vue la fonction exponentielle. Il y est arrivé aussi pour le cas d'une fonction rationnelle. Soit une fonction rationnelle $f(x)$, dont le numérateur est de degré n et le dénominateur de degré m. Il est clair que μ ne doit aller ici que de 0 à $m-1$ (ν étant quelconque), et ν de 0 à $n-1$ (μ étant quelconque). Avec la première suite de réduites, les convergences ont lieu respectivement dans les m circonférences ayant

l'origine pour centre et passant par les pôles de $f(x)$ placés dans l'ordre des modules croissants (les pôles exceptés, bien entendu); avec la seconde suite on a un résultat analogue, les pôles étant remplacés par les racines. La question précédente conduit M. Padé à étudier de près le lien existant entre les formules de Sylvester relatives aux polynomes se présentant dans l'application du théorème de Sturm et la théorie des fractions continues. Il généralise même ces formules, en considérant une fraction rationnelle quelconque à pôles simples, et donnant à l'aide de ces pôles et de leurs résidus l'expression du dénominateur de la réduite (μ, ν). Il suffit ensuite de prendre une fraction rationnelle convenable formée avec un polynome et sa dérivée, pour retrouver le résultat classique de Sylvester.

On voit, par ce qui précède, l'importance des recherches de M. Padé sur les fractions continues algébriques. Il a ouvert une voie nouvelle, en entreprenant l'étude du Tableau des réduites à double entrée, et beaucoup de résultats, jusque-là sans liens, sont venus se grouper autour de cette notion, et ont pu être généralisés. Ainsi, en ce qui concerne la convergence, le champ des recherches s'est trouvé agrandi et l'on a vu que des circonstances très différentes se présentent en général suivant le choix des fractions holoïdes [1].

Les recherches de M. R. DE MONTESSUS appellent aussi l'attention; elles ont d'ailleurs, comme il est naturel en un sujet où tant de questions étaient depuis longtemps posées, quelques points communs avec les travaux de M. Padé. M. de Montessus, considérant d'abord un développement de Taylor qui correspond à une fonction n'ayant, comme singularités, que des pôles et des points singuliers essentiels, aborde l'étude de la convergence

(1) A la demande de M. Padé, la Commission a pris connaissance des deux plis cachetés qu'il avait déposés dans les séances des 2 février et 22 juin 1903. Dans la première de ces Notes, M. Padé donnait le principe de la méthode qu'il a suivie pour obtenir, dans une fraction continue, une valeur asymptotique du rapport $\frac{V_{n+1}}{V_n}$ des dénominateurs de deux réduites consécutives, quand V_n satisfait à une équation linéaire aux différences finies dont les coefficients sont des polynomes en n; cette recherche est ramenée à l'étude des singularités de la fonction génératrice correspondante de Laplace. La seconde Note est relative à la formation et à l'étude d'une équation différentielle linéaire homogène et du second ordre, à laquelle satisfait le dénominateur de la réduite (μ, ν) se rapportant aux développements en fractions continues des fonctions dont nous avons parlé plus haut; les calculs sont développés complètement pour l'exponentielle.

pour les réduites correspondant, dans la classification de M. Padé, à des parallèles aux axes (μ, ν). Il montre que les fractions continues correspondant à $\mu =$ const. représentent la fonction dont elles dérivent dans des cercles limités à certains pôles de la fonction et pouvant contenir des pôles à leur intérieur. Si la fonction n'a que des pôles, les rayons de ces cercles grandissent d'autant plus que μ est plus grand. Dans le cas où il y aurait des points singuliers essentiels, la représentation ne peut s'étendre au delà d'une circonférence passant par le point essentiel le plus voisin de l'origine. Pour les fractions continues correspondant à $\nu =$ const. on a un énoncé analogue, les racines remplaçant les pôles.

M. de Montessus étudie ensuite les développements d'une fonction Z se présentant sous la forme d'une série ordonnée suivant les puissances descendantes de z et satisfaisant à une équation

$$(az + b)(cz + d)\frac{dZ}{dz} + qZ = P(z),$$

a, b, c, d et q étant des constantes, et P un polynome. Dans ses démonstrations, il utilise une équation différentielle linéaire auxiliaire, d'ailleurs envisagée depuis Laplace par divers auteurs et dont nous avons vu que M. Padé a aussi fait usage. Les seules réduites examinées sont celles pour lesquelles $\mu = \nu$; leur convergence est établie sauf peut-être sur le segment de droite joignant le point $-\frac{b}{a}$ au point $-\frac{d}{c}$. La convergence sur la coupure même est discutée dans des cas étendus.

M. de Montessus traite encore de questions d'une nature différente. Il considère une suite à simple entrée de réduites $\frac{U_n}{V_n}$, dont les numérateurs et dénominateurs satisfont à une même équation de récurrence entre trois termes correspondant à $n + 1$, n et $n - 1$, les coefficients étant des polynomes en n dont les coefficients sont des fonctions d'une variable. Il utilise toujours la même équation différentielle auxiliaire, pour étudier la convergence; nous remarquerons qu'on eût pu, dans cette étude, employer un théorème fondamental, donné il y a longtemps par M. Poincaré, sur les suites récurrentes, et complété depuis, en ce qui concerne certaines valeurs asymptotiques, par M. Horn. La conclusion est qu'il y a convergence, sauf sur certaines coupures. D'intéressantes applications sur des fractions continues considérées par Lagrange et Gauss terminent ce bel ensemble de recherches qui font faire un progrès très sérieux à nos connaissances sur les fractions continues algébriques.

Le Mémoire de M. **Auric** renferme des résultats importants. Les plus intéressants malheureusement ne sont pas entièrement nouveaux. M. Auric considère d'abord des fractions continues dont les numérateurs partiels sont égaux à *un* et les dénominateurs partiels des polynomes λ_n dont le degré reste fini. Dans le cas où il y a un exposant p de convergence pour la série $\Sigma|\lambda_n|$, et si l'on désigne par $\frac{P_n}{Q_n}$ la réduite générale, il y a pour P_n *deux* limites suivant la parité de n, et pareillement pour Q_n. Il avait échappé à M. Auric que ce théorème, qui généralise un résultat de Stieltjes, avait été donné, il y a dix ans, par M. von Koch, quand la série $\Sigma|\lambda_n|$ converge, mais il lui reste, outre l'extension indiquée, d'avoir obtenu le genre des fonctions entières, limites des P et Q; ce genre est au plus égal au produit par p du degré maximum des polynomes λ. Si nous considérons maintenant une fraction continue dont les numérateurs partiels μ_n sont des polynomes, les dénominateurs étant égaux à l'unité, la série représentera une fonction partout méromorphe, s'il y a un exposant de convergence pour la série $\Sigma|\mu_n|$. Ce résultat avait été aussi donné par M. von Koch, dans le cas de la convergence de cette dernière série; ici encore, M. Auric aborde avec succès l'étude du genre.

Un point important dans les recherches de M. Auric est l'étude des fractions continues asymptotiquement périodiques, où il généralise certains résultats de M. van Vleck. Envisageons une fraction continue dans laquelle les numérateurs partiels sont égaux à l'unité, et les dénominateurs partiels λ_n, fonctions d'une variable, ont une limite λ pour $n=\infty$. Le théorème de M. Poincaré sur les suites récurrentes joue un rôle essentiel dans la recherche des conditions de convergence, et l'on voit s'introduire la racine de l'équation en α, $\lambda = \alpha + \frac{1}{\alpha}$, qui a le plus grand module; il y a en général convergence sauf sur certaines coupures qui correspondent aux valeurs de la variable où les deux racines ont même module. Le cas où λ est constant, réel et compris entre -2 et $+2$ exige un examen particulier. D'intéressantes applications sont faites; si en particulier $\lambda_n = \alpha_n x$, avec $\lim \alpha_n = A$, il y a convergence sauf sur la droite joignant le point $+\frac{2}{A}$ au point $-\frac{2}{A}$.

M. Auric étend encore certains résultats obtenus par Stieltjes dans son célèbre Mémoire, en prenant pour numérateurs partiels des constantes p_n et pour dénominateurs partiels des expressions linéaires $\lambda_n x + \mu_n$, avec λ_n

et p_n positifs. Il peut y avoir pour coupure l'axe réel tout entier. En raison de ces diverses généralisations pleines d'intérêt, le Mémoire de M. Auric nous a paru devoir être retenu.

En résumé, les trois Mémoires que nous venons d'analyser sont, à des degrés divers, dignes d'être couronnés. La Commission propose donc de partager, en parties inégales, le grand prix des Sciences mathématiques entre MM. H. Padé, de Montessus et Auric, en accordant sur le montant de ce prix :

Quinze cents francs à M. **H. Padé**.
Mille francs à M. **R. de Montessus**.
Cinq cents francs à M. **Auric**.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX FRANCOEUR.

(Commissaires : MM. Jordan, Poincaré, Émile Picard, Appell, Painlevé, Humbert, Maurice Levy, Boussinesq; Darboux, rapporteur.)

La Commission décerne le prix Francœur à M. **Émile Lemoine** pour ses travaux de Géométrie.

L'Académie adopte cette proposition.

PRIX PONCELET.

(Commissaires : MM. Jordan, Poincaré, Émile Picard, Appell, Painlevé, Humbert, Maurice Levy, Boussinesq; Darboux, rapporteur.)

La Commission décerne le prix Poncelet à M. **Guichard**, Correspondant de l'Académie, pour l'ensemble de ses travaux de Géométrie.

L'Académie adopte cette proposition.

MÉCANIQUE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Maurice Levy, Boussinesq, Marcel Deprez, Sebert, Vieille, Poincaré, Haton de la Goupillière, Schlœsing; Léauté, rapporteur.)

M. **Georges Marié**, ingénieur, chef de division en retraite de la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée, a soumis à l'Académie une série de Mémoires d'un réel intérêt pratique sur l'étude des oscillations que peuvent éprouver les véhicules de chemin de fer.

Cette question capitale pour l'entretien du matériel et de la voie, aussi bien qu'au point de vue des déraillements, acquiert chaque jour plus d'importance en raison de l'augmentation des vitesses de trafic.

Elle a été l'objet de nombreux travaux et d'expériences prolongées; les recherches de M. Marié, fruits d'une longue pratique, y apportent une contribution intéressante.

Ces recherches se divisent en trois séries : la première se rapporte aux oscillations verticales dues principalement aux dénivellations qui se produisent aux joints des rails, la seconde est relative aux oscillations horizontales dues à l'entrée en courbe et à la sortie, la troisième enfin étudie les oscillations de la locomotive sous l'action de la force d'inertie des pièces oscillantes, de la force centrifuge des pièces tournantes et sous l'influence de la conicité des bandages.

M. Marié montre, par une analyse détaillée et précise de la superposition des oscillations dans ces trois cas, quel rôle fondamental et utile joue le frottement des lames de ressorts de suspension pour l'amortissement rapide des oscillations; il arrive à des règles simples et conclut que, avec des perfectionnements de détail dans la voie et le matériel, on pourra augmenter encore notablement les vitesses sans avoir à redouter d'oscillations dangereuses.

Les trois Mémoires de M. **Marié** constituent une étude consciencieuse et complète d'un problème pratique important; la Commission est unanime pour proposer à l'Académie de leur décerner le prix Montyon.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX BOILEAU.

(Commissaires : MM. Maurice Levy, Deprez, Léauté, Sebert, Vieille, Poincaré, Haton de la Goupillière, Schlœsing; Boussinesq, rapporteur.)

Les jaugeages nombreux et réguliers de débits, qui ont été faits, depuis une vingtaine d'années, sur les sources de la Ville de Paris et spécialement sur celles de la Vanne, ont été l'occasion, pour M. **Edmond Maillet**, Ingénieur des Ponts et Chaussées, d'une étude approfondie de la manière dont varient ces débits, surtout durant l'été où ne se renouvellent que très peu, par les pluies, les nappes d'eau d'infiltration alimentant les sources. Il a ainsi reconnu l'existence, pour toute *forte* source considérée pendant la saison estivale, d'une courbe des débits *unique* applicable à toutes les années successives, courbe dont les abscisses sont les temps t et dont les ordonnées sont les débits correspondants. L'origine seule, qui correspond au commencement de la période de sécheresse, change d'une année à l'autre, suivant que les pluies du dernier hiver ou des années précédentes obligent à prendre, sur les courbes, comme première ordonnée, un débit plus ou moins grand, constaté au début même de la période en question.

Pour la plupart des sources (Cérilly, le Miroir, la Dhuis), la courbe est une simple logarithmique, les débits y ayant la forme $Ae^{-\alpha t}$, avec un *coefficient de tarissement* α caractéristique de chaque source ([1]). Toutefois, la très forte source d'Armentières, qui est l'une de celles de la Vanne, a ses débits d'été plus compliqués; et M. Maillet, guidé par certaines inductions théoriques, a pu les représenter approximativement par une expression algébrique fractionnaire, de la forme $A + \frac{B}{(1+ct)^2}$ ([2]).

([1]) L'analogie des formules fondamentales, bien connues, des phénomènes de filtration, avec celles de Fourier dans la théorie de la chaleur, permet d'établir que cette loi résulte simplement du fait de la *grande* profondeur des nappes aquifères alimentant les *fortes* sources, comparativement à la hauteur d'eau qu'y ajoutent les pluies d'un hiver, fait entraînant la possibilité d'exprimer le régime d'été de ces nappes par la solution asymptotique d'un problème de refroidissement.

([2]) Ils sont encore mieux exprimés par la somme, $Ae^{-\alpha t} + Be^{-\beta t}$, des deux premiers termes de la solution du problème de refroidissement correspondant : le second terme y devient nécessaire en raison de ce que cette très forte source est relativement lente à se régler et y emploie la majeure partie du semestre d'été.

M. **Edmond Maillet**, en dégageant ces résultats simples d'une multitude de faits confus d'observation, a réalisé dans l'Hydraulique souterraine un progrès notable, qui permet, chaque année, de prévoir, dès les mois de mai ou juin, quels seront, vers la fin de la saison sèche, les débits minima des sources d'une contrée. Aussi votre Commission lui adjuge-t-elle, à l'unanimité, le prix Boileau, actuellement disponible.

Les Conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

NAVIGATION.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS.

(Commissaires : MM. Maurice Levy, Bouquet de la Grye, Grandidier, Boussinesq, Deprez, Léauté, Bassot, Sebert, Vieille; Guyou, Hatt, Bertin, rapporteurs.)

Sur la proposition de la Commission, l'Académie décerne un prix à M. **Daveluy**, capitaine de frégate; un prix à M. **Rollet de l'Isle**, ingénieur hydrographe en chef de la Marine; un prix à M. le capitaine du Génie **J.-Th. Saconney**, pour les perfectionnements qu'il a apportés aux méthodes de lever des côtes; un prix à M. **J.-B. Girard**, mécanicien-inspecteur de la Marine en retraite.

Rapport sur les travaux de M. Daveluy, *capitaine de frégate;* par M. **Guyou**.

La connaissance des principes de la stratégie navale n'est pas moins nécessaire, en temps de paix, pour la constitution des forces navales d'un pays sur des bases rationnelles, qu'elle l'est, en temps de guerre maritime, pour la direction des opérations militaires. Il ne faut pas, en effet, comme le fait remarquer avec raison M. **Daveluy** dans son *Etude de la stratégie navale,* que l'on soit réduit à se demander ce que l'on pourra faire avec le

matériel dont on dispose; il faut que ce soit ce matériel qui ait été bien adapté d'avance aux conditions rationnelles de la guerre.

Si importante que soit l'étude de ces principes, elle a été longtemps perdue de vue chez nous, ou, du moins, les personnes qui s'en sont occupées, considérant que nos flottes actuelles de cuirassés, de croiseurs, de torpilleurs n'ont plus rien de commun avec les flottes d'autrefois, ont cru devoir laisser de côté les enseignements de l'histoire et s'appuyer exclusivement sur la logique et le bon sens.

Or, si les flottes ont changé, l'objectif de la guerre est resté le même, et les opérations militaires pour l'atteindre doivent encore être dirigées suivant les mêmes lois générales; la seule différence avec le passé consiste en ce qu'il faut résoudre avec de nouveaux navires les mêmes problèmes qu'autrefois. La logique seule, privée des enseignements de l'histoire « cette expérience de l'humanité », conduit presque inévitablement à une conception factice de la guerre. Il faut avoir constamment des faits présents à l'esprit pour apprécier les choses sous leur véritable aspect.

C'est donc avec raison que M. Daveluy déduit de l'étude des guerres passées les principes généraux de stratégie qu'il expose dans l'Ouvrage qu'il vient de soumettre au jugement de l'Académie. Il peut ainsi montrer, en s'appuyant sur de nombreux exemples, combien sont peu fondées les idées qui ont cours dans le public, et même chez quelques marins, sur l'importance de certaines opérations militaires et sur l'influence qu'elles peuvent avoir sur le résultat final de la guerre. Pour la course, par exemple, tant préconisée comme moyen efficace d'atteindre la puissance de l'Angleterre, il nous montre que, dans le passé, elle n'a jamais abouti à d'autre résultat que d'enrichir quelques armateurs, en ruinant notre propre commerce et notre inscription maritime, sans porter à l'ennemi un préjudice sensible.

M. Daveluy conclut de ses études que, quelles que soient les opérations militaires confiées à la marine : attaque des côtes, transport d'une armée, destruction du commerce..., le seul moyen dont l'histoire montre l'efficacité certaine consiste à se rendre maître de la région des opérations par une victoire décisive sur une flotte ennemie. Aussi est-il d'avis que, dans un pays comme le nôtre, où les ressources dont on peut disposer en faveur de la marine sont relativement limitées, la presque totalité de ces ressources doit être consacrée à la création d'une flotte de haute mer homogène, au lieu d'être dispersée à la constitution de trois flottes distinctes : haute mer, côtière, croiseurs, trop faibles chacune pour obtenir des résultats décisifs, et incapables de se prêter mutuellement appui.

Traitée avec une rare connaissance de l'histoire des guerres maritimes, et par un officier à qui divers écrits antérieurs sur les guerres navales modernes ont valu une grande autorité aussi bien à l'étranger qu'en France, l'*Etude de la stratégie navale* est un Ouvrage d'un grand intérêt que consulteront avec profit non seulement nos officiers, mais toutes les personnes à qui peut incomber une part de responsabilité dans la constitution de notre puissance navale.

Pour cette raison, la Commission des prix de Navigation décerne à son auteur le capitaine de frégate **Daveluy** un prix sur les fonds alloués par le Département de la Marine pour récompenser les travaux de nature à accroître l'efficacité de nos forces navales.

Rapport de M. **Hatt** *sur l'Ouvrage de M.* Rollet de l'Isle : « *Observation, étude et prédiction des Marées* ».

Le volume de M. **Rollet de l'Isle**, présenté au Concours du Prix extraordinaire de la Marine, est la rédaction des leçons faites aux élèves hydrographes pour leur enseigner les connaissances relatives aux marées. Cette science peut être envisagée aux deux points de vue de la théorie et de la pratique. La théorie elle-même comporte les deux grandes divisions d'une étude abstraite déduite uniquement des lois de la gravitation et d'une étude empirique basée sur un certain nombre de principes qui permettent d'établir *a priori* la formule générale du mouvement de la mer en réservant à l'observation la détermination des constantes locales.

C'est à cette dernière étude que l'auteur a très justement borné son enseignement théorique, l'analyse étant, comme l'on sait, impuissante dans la plupart des cas, même si l'on simplifie autant que possible les conditions naturelles. Du reste, les ouvrages élémentaires ou transcendants, traitant de ces difficiles matières, sont relativement nombreux, tandis que l'étude empirique est encore en voie de formation, trop peu connue en France où l'on s'est tenu jusqu'à ces derniers temps aux méthodes de Laplace et éparpillée en divers Mémoires qu'il y avait tout intérêt à réunir. M. Rollet de l'Isle a donc fait œuvre utile en présentant à ses auditeurs un exposé très complet des solutions diverses du problème de la prédiction des marées et en rédigeant ses leçons à l'usage de tous ceux que la question intéresse.

Mais c'est dans la partie pratique surtout que M. Rollet de l'Isle a montré une très grande maîtrise; il suffisait d'ailleurs qu'il réunît à son expérience propre les traditions que plusieurs générations d'ingénieurs avaient amas-

sées au Service hydrographique. Ces notions sont indispensables aux opérations de levers de côtes; elles n'ont jamais été codifiées et, après les élèves pour l'enseignement desquels il importait de les exposer systématiquement, chacun trouvera grand avantage à posséder ce guide méthodiquement rédigé. Il nous suffira, pour en faire comprendre l'importance, de citer, parmi les sujets traités : les observations de marée, comprenant l'installation et le repérage des échelles et les marégraphes; l'étude particulière de la marée de Brest avec le calcul de l'*Annuaire;* la prédiction des pleines et basses mers en un lieu quelconque; l'utilisation de la machine de Lord Kelvin; les réductions des sondes; la détermination du niveau moyen; l'étude des courants. Un dernier chapitre, qui donne un aperçu du régime de la marée sur toute l'étendue de la côte de France, est une œuvre tout à fait originale de l'auteur.

En résumé, l'Ouvrage de M. Rollet de l'Isle possède une grande valeur scientifique et il est appelé à rendre un service signalé à la Marine. A ce double titre il satisfait aux conditions du Prix extraordinaire, sur le montant duquel la Commission propose à l'Académie d'attribuer un prix à M. **Rollet de l'Isle.**

La Commission accorde à M. le capitaine du Génie **Saconney** un prix pour les perfectionnements qu'il a apportés aux méthodes de lever des côtes.

Rapport de M. **Bertin.**

Dans le Traité de M. **J.-B. Girard** des machines marines motrices, il faut distinguer la partie descriptive et l'étude du fonctionnement.

La partie descriptive est quelque peu arriérée; on n'y trouve aucune mention des appareils ayant moins de dix ans d'âge. L'époque la mieux étudiée est celle de 1875 à 1895. Les appareils construits par Dupuy de Lome ou sous sa direction tiennent une grande place. L'addition concernant les machines à pétrole et à gaz est tellement incomplète que l'on doit plutôt regretter son existence.

L'étude du fonctionnement des machines, au contraire, est faite avec soin. M. Girard a été un bon praticien. Beaucoup de ses conseils n'ont rien perdu de leur valeur, et plusieurs règles qu'il propose méritent d'être observées par ses successeurs.

A ce point de vue le traité pratique de M. **Girard** mérite une récompense égale à celle qui a été donnée antérieurement, sur le prix Plumey, à son

Traité des chaudières marines, qui présentait les mêmes qualités et les mêmes défauts.

L'Académie adopte les conclusions de ces Rapports.

PRIX PLUMEY.

(Commissaires : MM. Bouquet de la Grye, Grandidier, Boussinesq, Marcel Deprez, Léauté, Bassot, Guyou, Sebert, Hatt, Bertin, Vieille; Maurice Levy, rapporteur.)

La Commission décerne le prix à M. le professeur **Stodola** du Polytechnicum de Zurich, pour son remarquable Ouvrage sur les turbines à vapeur, Ouvrage qui marque une date dans cette question capitale pour l'industrie moderne.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

ASTRONOMIE.

PRIX PIERRE GUZMAN.

(Commissaires : MM. Janssen, Lœwy, Wolf, Radau, Deslandres, Bigourdan, Lippmann, Poincaré; Darboux, rapporteur.)

Le prix n'est pas décerné.

PRIX LALANDE.

(Commissaires : MM. Janssen, Lœwy, Wolf, Radau, Deslandres, Lippmann, Poincaré, Darboux; Bigourdan, rapporteur.)

Aucune branche de l'Astronomie sidérale ne présente aujourd'hui plus d'intérêt que celle qui étudie les étoiles doubles ou multiples.

Parmi les astronomes contemporains qui ont abordé cette étude avec succès, MM. **R.-G. Aitken** et **William-J. Hussey**, astronomes à l'Observatoire Lick (¹), se placent aux premiers rangs, car ils ont découvert chacun plus de 1200 couples nouveaux; et dans les trois quarts à peu près de ces couples la distance des composantes est inférieure à 2″.

Ces astronomes ont d'ailleurs mesuré avec soin tous ces couples, de manière à fixer la position relative actuelle des composantes de chacun d'eux.

En outre ils ont fait d'autres observations sur les faibles satellites de Jupiter, de Saturne, etc.

Ce sont là des résultats de haute importance, et la Commission propose d'attribuer par moitié le prix Lalande à MM. **R.-G. Aitken** et **W.-J. Hussey**.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PRIX VALZ.

(Commissaires : MM. Janssen, Wolf, Radau, Deslandres, Bigourdan, Lippmann, Poincaré, Darboux; Lœwy, rapporteur.)

M. **J. Palisa** a rendu, pendant une longue carrière, d'éminents services à la Science. Animé d'un grand zèle et aidé par une excellente mémoire, il a pu accomplir un travail sans égal dans une branche particulière de l'exploration visuelle du Ciel. Dans l'espace relativement court de dix-huit années jusqu'en 1892, il a réussi à découvrir un nombre considérable de petites planètes, environ 80. Mais, à partir de cette date où la photographie a été appliquée avec un grand avantage à ce genre de recherches et a permis de faire la conquête de deux cent cinquante nouveaux astéroïdes, M. Palisa a eu le mérite de consacrer ses efforts à l'observation régulière de tous ces corps célestes, d'un éclat en général très faible et qui, sans son heureuse initiative, auraient été perdus pour l'Astronomie. Il a en effet, à lui tout seul, fourni un contingent de positions planétaires plus considérable que celui dû à l'ensemble des autres astronomes.

Un des services les plus importants, rendus par lui à la Science sous ce

(¹) M. le prof. Hussey vient de quitter l'Observatoire Lick pour prendre la direction de Detroit Observatory, de l'Université de Michigan, à Ann Arbor.

rapport, est la série des observations effectuées sur une petite planète qui forme avec Eros les deux membres les plus remarquables actuellement du groupe des astéroïdes. M. Max Wolf avait en effet trouvé à l'aide de la photographie, le 22 février 1906, une petite planète de 13e grandeur dont le mouvement était exceptionnellement faible. M. Palisa est l'unique observateur qui ait suivi cet astre jusqu'à l'instant où son éclat, descendu à la 15e grandeur, le rendait invisible. C'est grâce à la série des coordonnées fournies par M. Palisa qu'on a pu déterminer l'orbite de cet astéroïde et constater quelques particularités extrêmement curieuses au point de vue de la Mécanique céleste : sa distance au Soleil est presque égale à celle de Jupiter et ces trois corps célestes, Soleil-Jupiter-planète, forment à peu près un triangle équilatéral, réalisant ainsi la condition indiquée par Lagrange pour la stabilité d'un système de trois corps soumis à l'attraction universelle.

L'activité de M. Palisa ne s'est pas limitée aux travaux qui viennent d'être énumérés. Nous rappellerons ici notamment ses Cartes écliptiques, la réduction d'observations anciennes et la publication récente d'un Catalogue stellaire qui contient les positions moyennes de 3458 astres observés à l'instrument méridien de l'ancien observatoire de Vienne.

La Commission est d'avis de décerner le prix Valz à M. **Palisa** pour l'ensemble de ses recherches et de ses travaux.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

MÉDAILLE JANSSEN.

(Commissaires : MM. Lœwy, Wolf, Radau, Deslandres, Bigourdan, Lippmann, Poincaré, Darboux; Janssen, rapporteur.)

Nulle part l'étude physique du Soleil n'a été poursuivie, d'une manière uniforme et complète, avec autant de continuité que dans les observatoires italiens. Aussi c'est surtout aux résultats obtenus par eux que doivent avoir recours les astronomes quand ils cherchent à établir les lois qui régissent l'apparition, le développement et la disparition des taches, des facules et des protubérances solaires.

A cette œuvre de première importance demeureront attachés les noms du P. Secchi, de Tacchini, etc., et aussi celui de M. **A. Riccò**. Celui-ci, nommé premier astronome à l'Observatoire de Palerme en 1879, y entre-

prit aussitôt, sur les taches, facules et protubérances solaires, une série d'observations qu'il continua jusqu'à 1890. Nommé alors directeur des Observatoires de Catane et de l'Etna, il y organisa les mêmes recherches, les poursuivit lui-même jusqu'à 1893, et alors les confia à un de ses meilleurs aides, M. Mascari, qui les a continuées jusqu'à ce jour, et qui d'ailleurs a su en tirer d'intéressantes conclusions. De la sorte, la série commencée à Palerme embrasse aujourd'hui une période de 26 ans : c'est une des plus longues, des plus complètes et des plus homogènes qui existent.

De la discussion de ces riches matériaux M. Riccò a conclu d'importants résultats, et nous ne pouvons citer que les principaux : confirmation de la loi des zones et de la théorie de Wilson, relations entre les taches solaires et les perturbations magnétiques, étude des protubérances blanches, etc.

Pour l'étude de ces curieuses protubérances blanches, il a observé les éclipses totales de 1887, 1900 et 1905 : une de ses conclusions est qu'il existe des protubérances formées exclusivement de vapeurs de calcium ; et, si elles sont visibles directement, elles doivent paraître blanches.

L'activité de M. Riccò n'a laissé inexplorée aucune branche de la spectroscopie céleste, témoin ses recherches sur la visibilité de la couronne en dehors des éclipses, sur les raies d'origine tellurique, sur les spectres des comètes et des étoiles nouvelles, etc. Et il a étudié également le spectre des matériaux incandescents rejetés par l'Etna en 1892.

La météorologie, l'actinométrie, les crépuscules rouges, la déformation de l'image du Soleil à l'horizon, etc., ont été aussi l'objet de ses recherches.

Nulle part l'étude de la pesanteur et de sa variation ne présente plus d'intérêt que dans les régions sujettes aux tremblements de terre : M. Riccò a fait des déterminations de la gravité en 43 stations de la Sicile, de la Calabre et des îles Éoliennes; il a montré que les anomalies de la pesanteur sont en relation avec la constitution topographique et géognostique, ainsi qu'avec la sismicité et les anomalies du magnétisme terrestre : notre confrère, M. de Lapparent, a d'ailleurs mis en évidence l'importance de ces conclusions (*Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 827).

Ajoutons enfin que l'Observatoire de Catane est une des 18 stations qui collaborent à l'exécution de la Carte et du Catalogue photographiques du Ciel, et que l'impression du Catalogue est commencée.

Aussi la Commission est unanime à vous proposer de décerner à M. le professeur **A. Riccò** la médaille Janssen pour 1906.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

GÉOGRAPHIE.

PRIX TCHIHATCHEF.

(Commissaires : MM. Bouquet de la Grye, Grandidier, Bassot, Guyou, Hatt, Bertin, de Lapparent, Van Tieghem; Edmond Perrier, rapporteur.)

La Commission du prix Tchihatchef propose à l'Académie d'attribuer ce prix à la *Flore forestière de la Cochinchine* dont l'auteur est M. **Jean-Baptiste-Louis Pierre**, autrefois Directeur du Jardin botanique de Saïgon, mort à Paris au commencement de cette année, dans sa soixante-treizième année, alors qu'il préparait la publication d'une œuvre plus considérable encore, la *Flore générale de l'Indo-Chine*. A la *Flore forestière de la Cochinchine* Louis Pierre a travaillé depuis 1877, c'est-à-dire pendant près de trente ans; la publication a été régulièrement menée de 1881 à 1899; nommé en 1865 Directeur du Jardin botanique de Saïgon, il avait pendant douze ans rassemblé des matériaux qu'il était ensuite venu classer et étudier au British Museum, à Kew, à Leyde, à Utrecht et à Paris où le Muséum national d'Histoire naturelle avait donné abri à ses collections et où il travaillait encore plus assidûment que personne, lorsque la mort est venue le saisir. Il avait réussi, grâce à cette assiduité qui ne s'est jamais démentie, à mener à bien une œuvre qui s'égale aux plus belles dont la Botanique puisse s'enorgueillir : la *Flore forestière de la Cochinchine* ne comprend pas moins de 400 planches in-folio toutes couvertes de dessins représentant non pas le port de la plante, mais tous les détails qui la caractérisent, rameaux, feuilles, fleurs, organes floraux, etc. Le texte également in-folio est à l'avenant.

Pour cette œuvre colossale, M. Pierre a eu deux collaborateurs assidus : Mme **Pierre** qui s'était chargée des préparations anatomiques; M. **Delpy**, dessinateur habile et exact qui s'est, pour ainsi dire, identifié à l'œuvre du botaniste et n'a vécu que pour elle, aussi longtemps qu'elle a été en cours d'exécution. Il est juste que ces deux collaborateurs dévoués entre tous soient associés à la récompense demandée pour l'œuvre dont Louis Pierre fut l'initiateur et le persévérant directeur.

La *Flore forestière de la Cochinchine* avait été précédée d'autres publications importantes. A la demande du Gouvernement de la Cochinchine, Pierre avait étudié les plantes productrices de gutta-percha et les modes d'extraction de cette substance; il avait été ainsi conduit à préparer une véritable monographie de la famille des Sapotacées à laquelle appartiennent presque toutes les plantes productrices de gutta; douze Notes préliminaires relatives à cette monographie pour laquelle 147 planches in-4° ont été dessinées par M. Delpy ont encore seules paru; Pierre avait d'autre part publié dans le *Bulletin de la Société linnéenne de Paris* une trentaine de Notes sur les plantes du Gabon.

Lorsque la mort, à laquelle il songeait pourtant et contre laquelle il avait cherché à garantir son œuvre, est venue le prendre, Pierre organisait, nous l'avons dit, encore la publication d'une nouvelle Flore qu'il comptait faire grandiose : la *Flore générale de l'Indo-Chine*. Il avait réuni pour cela un herbier des plus considérables, comprenant près de cinq cents paquets; de nombreux croquis remis au net par M. Delpy; dix mille préparations microscopiques dues à Mme Pierre accompagnent cet herbier comprenant un tel nombre de plantes qu'il avait fait naître, chez l'éminent botaniste, l'idée d'un remaniement complet de la classification des végétaux. Il songeait à les classer d'après le nombre des faisceaux ligneux qui se rendent aux feuilles, en *polyxylées, dixylées* et *monoxylées;* mais il n'a fait connaître encore que quelques considérations préliminaires sur ce mode nouveau de groupement des familles végétales. A côté de l'œuvre publiée de Pierre, il reste donc encore une œuvre inédite considérable; on doit souhaiter que des botanistes qu'il avait lui-même désignés pour la mettre au jour puissent entreprendre la tâche énorme de l'achever, en conservant le vaste plan qui avait été conçu pour elle.

L'étude des plantes rassemblées dans les grandes collections a souvent suffi à assurer la renommée de célèbres botanistes. Le rôle de Pierre a été autrement important. Il ne s'est pas borné à décrire les plantes d'une grande région botanique; il a lui-même rassemblé ses matériaux de travail. De 1865 à 1877, après s'être familiarisé à Calcutta, auprès d'Anderson, avec la Flore de l'Inde, il explora la totalité du Cambodge et de la Basse-Cochinchine, une grande partie du Siam, collectionnant partout; de sorte qu'on lui doit en somme tout ce que l'on sait de la Flore de notre grande colonie. En revenant en France pour mettre en œuvre les matériaux qu'il avait rassemblés, **Pierre** n'avait pas négligé de visiter Java, Batavia, Madras, Bombay, de manière à se procurer des termes de comparaison.

C'est donc l'œuvre d'un explorateur, aussi bien que celle d'un savant éminent, que votre Commission vous demande de récompenser.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX BINOUX.

(Commissaires : MM. Bouquet de la Grye, Grandidier, Bassot, Bertin, de Lapparent, Perrier, Van Tieghem; Guyou et Hatt, Rapporteurs.)

Ce prix annuel alternatif, destiné cette année à récompenser l'auteur de travaux sur la Géographie ou la Navigation, est partagé :

Un prix est décerné à M. **Larras**, capitaine d'artillerie;
Un autre prix est décerné à M. le capitaine **E. de Larminat**.

Rapport sur les travaux de M. Larras; par M. **Guyou**.

L'année dernière, pour le concours du prix Gay, un explorateur anonyme avait adressé à l'Académie, sous la devise : « Pour la Patrie, les Sciences et la Gloire », un Mémoire relatif à de nombreuses déterminations géographiques effectuées au Maroc, de 1899 à 1902.

La Commission des prix de Géographie avait dû écarter cette candidature parce qu'elle ne remplissait pas les conditions édictées pour le prix Gay de 1905; mais, eu égard à l'importance du travail et aux garanties d'exactitude qu'il paraissait offrir, elle proposa de la reporter au concours du prix Binoux pour 1906, en invitant toutefois l'auteur anonyme à adresser en temps utile à l'Académie certains renseignements complémentaires nécessaires pour apprécier le degré de précision que les résultats présentés pouvaient comporter.

L'auteur s'est conformé à cette invitation. Il s'est en même temps fait connaître; c'est le capitaine d'artillerie **Larras**, détaché depuis 1898 à la mission militaire du Maroc.

La région dans laquelle a opéré le capitaine Larras est comprise entre Tanger, Fez, Marrakieh et le littoral de l'Océan. Le nombre des points qu'il a déterminés astronomiquement est d'environ 150. Les instruments dont il s'est servi sont le sextant, un théodolite gradué en centigrades et des montres n° 6 du Dépôt de la Guerre. Les latitudes ont été déterminées

par des hauteurs de la Polaire et par des culminations du Soleil; les longitudes par des transports de temps, avec une seule montre pendant la première moitié des opérations, avec quatre pendant l'autre moitié.

Ces instruments et ces méthodes ne sont pas susceptibles d'une grande précision, les résultats n'en ont pas moins une très grande importance pour une région sur laquelle on ne possédait encore que des renseignements vagues recueillis dans des itinéraires sans observations astronomiques. D'ailleurs, le capitaine Larras, profitant des conditions particulièrement favorables dans lesquelles il se trouvait, s'est entouré de tant de précautions qu'il a réussi, dans une large mesure, à suppléer au défaut de précision de ses ressources. Pour les longitudes, par exemple, il a pu, en réduisant les durées des circuits fermés, en combinant ses itinéraires de manière à obtenir de nombreux recoupements, multiplier les vérifications au point de donner à ces éléments le même degré de certitude qu'aux latitudes.

L'œuvre du capitaine **Larras** constitue donc un premier document d'un grand intérêt relatif à la géographie du Maroc et la Commission propose pour cette raison de lui attribuer un prix sur les fonds du prix Binoux.

Rapport sur le travail de M. de Larminat, par M. **Hatt**.

Le Traité de *Topographie pratique de reconnaissance et d'exploration,* de M. de **Larminat**, est l'œuvre d'un géographe militaire très entendu, qui a une grande expérience des opérations sur le terrain et l'amour de son métier. M. de Larminat dit très excellemment que la topographie, surtout celle de reconnaissance, est un art autant qu'une science, car il faut avoir le sentiment de la forme, voir juste et beaucoup dessiner dans ces levers rapides; cela n'empêche pas sa science d'être impeccable comme le montre la composition de son Ouvrage.

Un Chapitre neuf et intéressant traite des formes du terrain d'après les théories les plus récentes de la Géographie physique. Il constitue, avec le Chapitre suivant où est étudiée dans tous ses détails la méthode de l'Itinéraire, la partie la plus originale du travail, celle que les explorateurs auront le plus souvent occasion de consulter. Ceux d'entre eux qui, disposant de plus de temps, peuvent entreprendre les levers géodésiques avec déterminations de positions géographiques trouveront un guide précieux dans la troisième Partie « Éléments de géodésie de reconnaissance ». Elle est divisée en deux sections : « Triangulation géodésique » et « Géodésie astronomique ». C'est dans ce dernier Chapitre que l'auteur a fait preuve

d'un esprit scientifique très élevé pour l'exposé des méthodes et la recherche de l'approximation des observations et des résultats. Il ne s'est pas contenté des procédés anciens au moyen desquels on obtient isolément les coordonnées géographiques des points du réseau; il a appliqué les méthodes nouvelles des droites de hauteur qui ont généralisé le problème par l'emploi de lieux géométriques dirigés d'une manière quelconque.

Le Volume est complété par une série d'abaques destinés à remplacer le calcul de diverses corrections. C'est un travail personnel de l'auteur ingénieusement conçu.

La Commission estime que le Volume de M. de Larminat est à tous égards digne de l'attention de l'Académie et elle propose d'attribuer à son auteur une partie du prix Binoux.

Les conclusions de ces Rapports sont adoptées par l'Académie.

PRIX DELALANDE-GUÉRINEAU.

(Commissaires : MM. Bouquet de la Grye, Grandidier, Bassot, Guyou, Hatt, Bertin, de Lapparent, Van Tieghem; Edmond Perrier, rapporteur.)

La Commission propose de donner le prix à M. **L. Seurat**, docteur ès Sciences, zoologiste du laboratoire colonial du Muséum, pour son exploration des archipels voisins de Tahiti et notamment des îles Tuamotu. Le voyage de M. Seurat avait surtout pour objet l'étude des lagoons marins de cette région qui compte parmi les plus riches en huîtres perlières, la recherche des moyens propres à assurer leur prospérité et la détermination si cela était possible des conditions de la production des perles. Pendant trois années consécutives, M. Seurat, dans les plus dures circonstances de séjour et parfois en courant les plus grands dangers, n'a cessé de poursuivre la solution des problèmes qu'il s'était posés et il y est parvenu. Une étude détaillée de la biologie des huîtres perlières lui a permis de faire en quelque sorte le code de l'exploitation des lagoons et il est vivement à désirer que l'administration coloniale s'inspire pour l'avenir des règles qu'il a posées. D'autre part, il a réussi à démontrer, comme on l'avait maintes fois soupçonné sans le prouver d'une manière suffisante, que la perle est bien due à un parasite de l'huître. Ce parasite est la larve d'un cestode, analogue à notre ver solitaire, qui vit à l'état adulte dans l'intestin d'une

sorte de raie dont la nourriture habituelle est la pintadine, l'huître perlière; de sorte que la présence simultanée dans un même lagoon de la pintadine, de la raie et du ténia est nécessaire pour que la perle prenne naissance. Il n'y a plus dès lors à rechercher les moyens de produire la perle à volonté, il s'en produira spontanément un très grand nombre dès que les facteurs que nous venons d'analyser seront réunis. Si importants que soient ces résultats ils ne sont qu'une partie de l'œuvre de M. Seurat : les archipels tahitiens ont été explorés dans tous leurs détails; des collections zoologiques et botaniques importantes ont été réunies; une étude géologique des îles a été soigneusement conduite; les caractères anthropologiques, les mœurs, les traditions, la littérature de leurs habitants ont fait l'objet d'observations importantes dont le résumé a été publié dans divers recueils. Cette abondante moisson courageusement recueillie — car les difficultés rassemblées autour de M. Seurat sont allées jusqu'au naufrage — fait le plus grand honneur à ce jeune naturaliste et l'Académie ratifiera, sans aucun doute, le vœu de sa Commission.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PHYSIQUE.

PRIX HÉBERT.

(Commissaires : MM. Mascart, Lippmann, Becquerel, Amagat, Curie, Berthelot, Maurice Levy, Poincaré; Violle, rapporteur.)

L'Académie décerne le prix Hébert à M. G. Gouré de Villemontée, pour l'ensemble de ses recherches sur les conditions qui règlent les différences de potentiel au contact.

PRIX HUGHES.

(Commissaires : MM. Mascart, Lippmann, Becquerel, Amagat, Curie, Berthelot, Maurice Levy, Poincaré; Violle, rapporteur.)

La Commission décerne à l'unanimité le prix Hughes à M. **Daniel Berthelot** dont l'Académie a déjà sanctionné les recherches sur les réactions des composés chimiques en dissolution par les mesures de leurs conductibilités électriques.

Immédiatement ensuite, il abordait, après tant d'autres, la difficile question de la pyrométrie et il posait le principe d'une méthode optique nouvelle employant le phénomène des interférences à l'évaluation des températures en valeur absolue. La réalisation de cette méthode présentait une double difficulté à cause de la nécessité de séparer suffisamment les rayons et de maintenir les températures invariables pendant un temps suffisamment long. Le problème optique fut résolu par l'emploi combiné des miroirs de Jamin et des parallélépipèdes de Fresnel, et le problème calorifique par l'usage systématique du chauffage électrique au moyen d'une spirale de platine, assurant le réglage et la constance de températures dépassant 1000°. Les nombres donnés par M. Daniel Berthelot pour quelques-uns des points fixes les plus importants dans la mesure des températures élevées ont été retrouvés presque identiquement par les physiciens qui ont opéré suivant les méthodes classiques sous leur forme actuelle.

Mais les recherches les plus importantes de M. Daniel Berthelot ont porté sur les propriétés générales des fluides.

Il a d'abord montré que l'on pouvait utiliser les densités des gaz pour fixer leur poids atomique avec une précision au moins égale à celle des analyses chimiques, à condition de substituer aux densités ordinaires, mesurées sous la pression atmosphérique, les densités limites, que l'on déduit des premières en les multipliant par un facteur $(1 - A)$, qui représente l'écart de la compressibilité du gaz par rapport à celle d'un gaz parfait entre 0^{atm} et 1^{atm}. Ce facteur $(1 - A)$ se déduit soit directement d'une seule mesure de compressibilité, soit indirectement des constantes critiques. C'est avec une satisfaction réelle que l'on constate l'accord des nombres obtenus pour le rapport des poids atomiques de l'oxygène et de l'hydrogène par des

méthodes aussi différentes qu'une synthèse en poids de l'eau, d'une part, et que des mesures sur la densité et la compressibilité des gaz séparés, d'autre part.

Étendant sa formule aux liquides, il a donné également pour eux l'expression de (1 — A) en fonction de la pression et de la température critiques. En général, un corps offre la même grandeur moléculaire à l'état liquide qu'à l'état gazeux. Tout écart doit attirer l'attention : de même, en effet, que la dissociation de certains gaz se révèle par une densité plus faible que la normale, de même l'association des molécules dans certains liquides, tels que l'eau, les alcools, se traduit par une densité plus forte.

M. Daniel Berthelot étudie ensuite le mélange des gaz. Il complète la théorie de Van der Waals par une hypothèse permettant de déduire les propriétés du mélange de celles des constituants. Pour confirmer son hypothèse, il effectue, de concert avec M. Sacerdote, une série d'expériences très précises sur la compressibilité des mélanges gazeux et sur la variation de pression qui se produit lors du mélange, variation qui atteint près de 4^{mm} quand on met en communication deux ballons égaux remplis, l'un d'acide sulfureux, l'autre d'hydrogène, sous la pression de 760^{mm}.

Un examen approfondi de l'équation des fluides met en lumière l'existence de trois points physiques, jouant un rôle analogue à celui du point critique relativement aux états correspondants et permettant d'établir des équations réduites indépendantes de la nature des corps; les valeurs numériques des coordonnées de ces points (pression et température) sont fixées au moyen des classiques expériences de M. Amagat.

Ces études, conduites avec une rare méthode, amènent M. Daniel Berthelot à une équation caractéristique nouvelle, valable au voisinage de la pression atmosphérique, d'où il peut déduire exactement de la seule connaissance de la pression et de la température critiques tous les écarts des gaz réels par rapport aux gaz parfaits tels qu'ils ont été mesurés par les meilleurs observateurs : écarts des thermomètres à pression constante ou à volume constant déterminés avec une extrême précision par M. Chappuis; écarts de compressibilité obtenus par Regnault, MM. Leduc, Sacerdote, lord Rayleigh, l'auteur lui-même; poids moléculaires et atomiques des gaz; phénomènes thermiques observés par Joule et lord Kelvin dans leurs expériences de détente.

La discussion tout entière est menée « d'une manière admirable », suivant l'expression de lord Rayleigh dans son récent Mémoire sur la compressibilité des gaz.

L'effort accompli par M. Daniel Berthelot est bien digne du plus grand éloge.

L'Académie a adopté les conclusions de ce Rapport.

CHIMIE.

PRIX JECKER.

(Commissaires : MM. Troost, Gautier, Ditte, Lemoine, Haller, Schlœsing, Berthelot, Maquenne; Henri Moissan, rapporteur.)

Rapport sur les travaux de M. GRIGNARD par M. **HENRI MOISSAN**.

En 1898, M. Ph. Barbier démontra le premier que, dans certains cas, le magnésium pouvait être avantageusement substitué au zinc dans la réaction de Saytzeff. Il réalisa ainsi la synthèse du diméthylhepténol en traitant l'iodure de méthyle par la méthylhepténone naturelle en présence de la tournure de magnésium (¹). Deux ans plus tard M. Grignard (²) reprit l'étude de cette question, sur les conseils de M. Barbier, et il s'aperçut bientôt que le magnésium présentait une facilité de réaction bien supérieure à celle du zinc mais que dans la méthode de Saytzeff il fournissait le plus souvent d'abondants produits de polymérisation. C'est alors que M. Grignard revint à l'artifice de Wagner en préparant à part le composé organo-magnésien, non plus par les méthodes de Löhr, de Fleck et de Waga que l'expérience avait condamnées, mais en utilisant un procédé essayé autrefois par Frankland et Wanklyn pour les combinaisons organo-zinciques. Ces savants avaient remarqué, en effet, qu'en chauffant l'iodure de méthyle avec la tournure de zinc, en présence d'éther anhydre, on obtenait un produit volatil soluble dans l'éther, possédant sensiblement les propriétés du zinc méthyle et paraissant répondre à la formule $Zn(CH^3)^2 + O(C^2H^5)^2$. Seule-

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 110.
(²) *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1322 et Thèse de doctorat, Lyon, 1901.

ment la difficulté d'isoler convenablement cette combinaison rendait leur méthode inapplicable.

Il était à prévoir qu'un métal comme le magnésium, plus électropositif que le zinc et possédant des affinités plus vives, réagirait plus facilement et surtout plus complètement. C'est en effet ce qui se produisit puisque l'expérience démontra que le magnésium, en présence d'un éther-oxyde anhydre et plus particulièrement de l'oxyde d'éthyle, attaque la plupart des éthers halogénés dès la température ordinaire et fournit, dans une réaction totale, un produit soluble dans l'éther.

Ces combinaisons organo-magnésiennes répondent à la formule générale RMg X dans laquelle X représente un halogène et R un radical organique monovalent gras, aromatique, polyméthylénique ou terpénique. Assez souvent la présence, dans ce radical, d'un autre groupement fonctionnel n'empêche pas la réaction d'être normale. Ce fait a été établi déjà pour les éthers-oxydes d'alcools (Hamonet) et des phénols (Bodroux), pour l'α-monobromocamphre (Brühl, Malmgren), l'iodo-1-hexanone-5 (Zelinski et Moser), pour des dérivés halogénés d'amines aromatiques trisubstituées (Ehrlich et Sachs) et même monosubstituées (A. Bæyer).

Cependant la présence d'une double liaison au voisinage de l'atome d'halogène peut rendre la réaction anormale, ce qui se produit avec le bromure et l'iodure d'allyle (Grignard).

D'une façon générale, ce sont les dérivés bromés et iodés qui réagissent le plus facilement; les dérivés primaires réagissent mieux que les secondaires et surtout beaucoup mieux que les tertiaires (Grignard, Bouveault).

Les combinaisons organo-magnésiennes mixtes sont toujours associées à une et même à deux molécules d'éther (Tschelinzeff). Elles doivent être considérées probablement comme des dérivés de l'oxonium de formule

$$\begin{matrix} C^2H^5 \\ C^2H^5 \end{matrix} > O < \begin{matrix} MgR \\ X \end{matrix} \quad \text{(A. Bæyer et Villiger)}$$

ou

$$\begin{matrix} C^2H^5 \\ C^2H^5 \end{matrix} > O < \begin{matrix} MgX \\ R \end{matrix} \quad \text{(Grignard).}$$

On peut les obtenir exemptes d'éther dans un dissolvant neutre en employant comme catalyseur de l'éther ou une amine tertiaire (Tschelinzeff), mais alors elles sont insolubles.

Les combinaisons éthéro-organo-magnésiennes se distinguent par une facilité remarquable de réaction. Cette facilité les a fait substituer à peu

près dans tous les cas (sauf pour les synthèses d'alcools allylés) aux composés organo-zinciques, avec de grands avantages au point de vue de la rapidité, du rendement et de la généralité des réactions. Ces combinaisons ont permis en outre d'instituer un certain nombre de méthodes nouvelles pour lesquelles les composés zinciques sont tout à fait inapplicables.

Actuellement, il a été publié environ 350 Mémoires sur les composés organo-magnésiens et leurs applications. Nous nous contenterons de signaler les plus importants en résumant les principales propriétés de ces combinaisons.

Tous les composés qui possèdent un atome d'hydrogène mobile, eau, carbures acétyléniques vrais, alcools, phénols, acides, ammoniac, amines, amides, imides, composés à groupements CH^2 électronégatifs, etc., échangent cet atome d'hydrogène contre le dérivé Mg X avec formation d'un hydrocarbure RH (Grignard et Tissier, Meunier, Houbeu, etc.). En particulier, les composés acétyléniques vrais $R'.C\equiv C$ Mg X possèdent toutes les propriétés des autres produits organomagnésiens (Jotsitch).

C'est aux synthèses d'alcools que les nouveaux composés organométalliques ont apporté la plus riche contribution. L'oxygène les oxyde en alcools ou en phénols (Bodroux, Bouveault, Zelinsky). Les aldéhydes, cétones, éthers-sels, chlorures et anhydrides d'acides conduisent généralement, avec de bons rendements, à des alcools primaires, secondaires ou tertiaires, suivant le cas (Grignard, Grignard et Tissier).

Les méthodes de synthèses des aldéhydes ont été encore largement renouvelées, en dehors même de l'utilisation possible des alcools primaires. Citons l'emploi des éthers formiques à — 50° (Gattermann et Maffezoli), de l'orthoformiate d'éthyle (Tschitschibabin, Bodroux, Moureu et Delange), des formiamides disubstituées (Bouveault) et des carbylamines (Sachs et Lœvy) ainsi que les procédés indirects de MM. Béhal et Sommelet en passant par certains éthers-oxydes d'α-glycols.

Il en a été de même pour les synthèses de cétones par l'action des nitriles (Blaise), des imides (Béis), des anhydrides d'acides à — 20° (Fournier).

Ajoutons à cela que la présence, dans la même molécule, de plusieurs groupements fonctionnels attaquables, n'empêche pas, en général, les réactions d'être normales, soit simultanément, si tous les groupements sont identiques, soit successivement, si ces groupements ne sont pas également électronégatifs. Ainsi les dicétones, sauf les β-dicétones (Valeur, Zelinski), les éthers d'acides bibasiques (Valeur) donnent en général des glycols bitertiaires, les alcools aldéhydiques ou cétoniques donnent des glycols (Tiffeneau,

Franke et Cohn); les éthers cétoniques, sauf les β, le chlorure d'éthyle-oxalyle, permettent d'obtenir des acides-alcools (Grignard); et l'éther cyanacétique, des éthers β-cétoniques (Blaise).

La fixation directe de l'anhydride carbonique sur le dérivé magnésien fournit une méthode de synthèse d'acides souvent préférable à l'emploi du cyanure de potassium (Grignard, Houbeu et Kesselkaul, Zelinski, Jotsitch).

Signalons aussi la propriété que possèdent ces organomagnésiens de se fixer sur la double liaisons des cétones aromatiques pour donner naissance à des composés saturés substitués (Kohler, A. Haller et E. Bauer).

Enfin les composés organomagnésiens peuvent se copuler avec des corps organiques halogénés en donnant, par élimination de la partie minérale, soit des hydrocarbures (Houbeu, Tiffeneau), soit des composés plus complexes (Hamonet, Grignard). L'action de la monochlorhydrine éthylénique a permis, en particulier, de réaliser la seule méthode régulière de synthèse des alcools aryléthyliques primaires (Grignard).

Un mécanisme analogue avec des dérivés halogénés métalliques ou métalloïdiques a fourni toute une série de composés organométalliques de l'étain (Pope et Peachey), de l'antimoine, du plomb, du mercure (Pfeiffer et ses élèves), du thallium (Meyer et Bertheim), du silicium (Kipping, Dilthey et Eduardoff), du phosphore et de l'arsenic (Auger et de Billy, Sauvage).

Il faudrait encore, pour être à peu près complet, signaler beaucoup d'intéressantes recherches entreprises avec l'iode, le soufre, le sélénium, l'anhydride sulfureux, le sulfure et l'oxysulfure de carbone, le phosgène, les quinones, les éthers cétoniques d'alcools actifs, les dérivés magnésiens des alcools, des amines, etc., etc.

Ces nombreux exemples établissent donc surabondamment la valeur et la fécondité de la réaction que les chimistes ont appelée, avec justice, *réaction de Grignard*. Votre Commission a pensé que cet important travail, poursuivi avec ténacité par son auteur, étendu et mis en œuvre de suite par les chimistes de tous les pays, méritait d'être récompensé et elle vous propose d'attribuer le prix Jecker à M. **Grignard**, maître de conférences à l'Université de Lyon.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX CAHOURS.

(Commissaires : MM. Troost, Gautier, Moissan, Ditte, Lemoine, Schlœsing, Berthelot, Maquenne; Haller, rapporteur.)

La Commission propose à l'unanimité d'accorder le prix à M. **Martine**, Docteur ès sciences, pour ses travaux sur la menthone et le menthol, dont il a enrichi l'histoire par l'étude d'un ensemble de dérivés.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX MONTYON (ARTS INSALUBRES).

(Commissaires : MM. Troost, Gautier, Moissan, Ditte, Lemoine, Schlœsing, Berthelot, Maquenne; Haller, rapporteur.)

Rapport sur une matière polissante exempte de plomb dans le but d'éviter, aux ouvriers polisseurs de cristaux, l'intoxication saturnine.

La Cristallerie de Baccarat employait autrefois pour polir le cristal de la potée d'étain contenant environ 61 pour 100 de plomb.

A la suite de nombreux accidents causés par l'intoxication saturnine, M. Guéroult, alors chimiste à la Cristallerie, avait entrepris une série de recherches tendant à supprimer la potée en la remplaçant par un autre corps ayant les mêmes propriétés polissantes. Il n'arriva toutefois pas à une suppression totale du plomb, mais obtint une amélioration notable en employant un mélange de potée d'étain 1 partie et 2 parties d'acide métastannique. Le nombre des intoxications diminua sensiblement, ainsi que le montrent les chiffres insérés dans le Rapport qui fut présenté par M. Guéroult à l'Académie, dans sa séance du 7 novembre 1892.

Afin de supprimer d'une façon absolue tous les accidents et de soustraire les ouvriers aux conséquences du poison, M. **V. Georgel**, jadis chimiste à la Cristallerie, s'est livré à de nouvelles recherches et a été assez heureux pour obtenir la substitution entière de l'oxyde d'étain à la potée au plomb.

Après de nombreux essais, il est arrivé à reconnaître que c'est l'oxyde

d'étain qui constitue la véritable matière à polir, mais que, pour remplir ce rôle, il doit se trouver à un état moléculaire spécial.

Le procédé auquel M. V. Georgel s'est arrêté est le suivant :

Il prépare d'abord l'acide métastannique en attaquant l'étain métallique par l'acide azotique. Cet acide stannique est lavé soigneusement, essoré et séché à la température de 100° à 110°. Le produit obtenu est ensuite broyé aussi finement que possible, puis calciné à la température d'environ 500°.

Cette dernière opération est extrêmement importante, car, bien conduite, elle donne à la matière les qualités requises.

C'est sous cette forme que, depuis plusieurs mois, la Cristallerie de Baccarat emploie la matière polissante donnant toute satisfaction.

Il est donc certain que tout danger au point de vue de la santé des ouvriers est, de ce fait, écarté pour l'avenir.

En raison de l'importance du résultat obtenu, la Commission, à l'unanimité, propose de décerner le prix Montyon à M. **Victor Georgel.**

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

BOTANIQUE.

PRIX DESMAZIÈRES.

(Commissaires : MM. Van Tieghem, Guignard, Bonnier, Prillieux, Zeiller, Perrier, Chatin, Giard; Bornet, rapporteur.)

M. **Jules Cardot** a présenté au concours du prix Desmazières diverses publications qui offrent un intérêt tout spécial, celui de faire connaître les Mousses de régions tout à fait inconnues ou à peine explorées : la Corée, l'île de Formose et l'Antarctide.

Avant le travail de M. Cardot, on ne savait absolument rien de la végétation bryologique de la Corée. Les premiers documents arrivés proviennent de l'abbé Faurie. Ils consistent en une collection de 98 espèces récoltées dans sept localités et qui ne représentent certainement qu'une faible partie des Mousses de la Corée. Néanmoins, l'étude de cette collection four-

nit quelques renseignements intéressants. Elle montre en particulier que la flore de cette région a les plus grands rapports avec celle du Japon. Sur 98 espèces, 50 se retrouvent dans l'archipel japonais, tandis qu'un vingtaine seulement sont communes à la Corée et à la Chine; 27 sont nouvelles.

D'un rapide voyage qu'il a fait dans l'île de Formose, l'abbé Faurie a rapporté 125 espèces de Mousses, dont 37 sont nouvelles. 7 seulement avaient été signalées auparavant à Formose. Sans doute des recherches ultérieures doubleront ce chiffre; car la végétation bryologique de l'île doit être fort riche, vu le nombre considérable d'espèces récoltées par M. Faurie dans les localités peu nombreuses qu'il a visitées.

La flore muscinale de Formose est un mélange d'espèces sino-japonaises et d'espèces malaises. Son caractère est nettement tropical. Elle emprunte aux îles japonaises leurs types méridionaux; les espèces de l'archipel malais qu'elle renferme ne remontent pas au delà vers le nord. Un point curieux, qui s'explique par la direction des vents dominants, est que les Mousses malaises proviennent exclusivement des îles de la Sonde et que les îles Philippines, beaucoup plus rapprochées, ne fournissent aucune espèce à Formose.

M. Cardot, chargé de la détermination des Mousses rapportées des terres australes par l'Expédition de la *Belgica,* par l'Expédition suédoise et par la Mission Charcot, ayant pu, en outre, examiner la plupart de celles récoltées jadis à l'île Cockburn, à la Terre de Geikie et aux Orcades méridionales, a déposé au Secrétariat un Ouvrage imprimé et un Mémoire manuscrit où sont consignés les très intéressants résultats qu'il a obtenus sur la végétation bryologique des terres australes. Le résumé de ses conclusions ayant été publié dans une Note qui a paru cette année même dans les *Comptes rendus de l'Académie* (p. 436), il n'y a pas lieu d'entrer dans plus de détails.

Aux travaux précédents M. Cardot a joint 32 planches de l'Atlas des Mousses de Madagascar faisant partie du grand Ouvrage de M. Grandidier. Elles représentent les caractères anatomiques des *Sphagnum* et des Leucobryacées des îles austro-africaines. Je rappellerai que M. Cardot a fait antérieurement une étude approfondie des Leucobryacées, qui sont, comme les *Sphagnum,* caractérisées par le dimorphisme cellulaire de leurs feuilles. En effet, celles-ci sont formées de grandes cellules vides, incolores, où l'eau s'emmagasine, et de cellules plus petites, colorées par la chlorophylle, qui constituent l'appareil assimilateur de la plante.

Par le nombre et l'importance de ses travaux, M. **Jules Cardot** s'est

mis au rang des bryologues les plus distingués. La Commission se plaît à le reconnaître en lui attribuant le prix Desmazières.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX MONTAGNE.

(Commissaires : MM. Van Tieghem, Guignard, Bonnier, Prillieux, Zeiller; Bornet, rapporteur.)

Beaucoup de personnes s'intéressent vivement aux Champignons charnus et s'attachent à les connaître. La variété de leurs formes, la vivacité de leur coloris, la facilité de leur récolte au cours de promenades agréables donnent sans doute l'explication d'un goût aussi répandu. Mais les espèces de Champignons sont très nombreuses, très voisines les unes des autres, de sorte que leur détermination précise est souvent fort délicate. Elle est rendue plus difficile encore par le fait que les Champignons charnus se gâtant très rapidement, leur conservation en collections sèches est fort imparfaite. Les herbiers, si utiles pour le plus grand nombre des végétaux, ont dû être suppléés par des collections de figures. Les iconographies publiées par Schaeffer, Bulliard, le *Flora danica*, Fries, Gillet, Cooke, pour ne citer que les plus considérables, rendent d'éminents services aux mycologues. Mais elles donnent seulement le portrait du Champignon et ne contiennent pas d'analyses représentant les parties de la fructification qui fournissent les caractères complémentaires de la configuration générale et de la couleur. Cette union des deux sortes de caractères, qu'on rencontre seulement dans les Ouvrages consacrés à des groupes spéciaux, est réalisé dans le très bel Ouvrage que publie en ce moment M. **Boudier**.

Les planches originales, dessinées et peintes par l'auteur avec une recherche obstinée de l'exactitude, donnent une image fidèle de la nature. Les figures y sont disposées avec un grand souci de l'élégance. Pendant de longues années, elles l'ont aidé à la détermination de ses récoltes et des Champignons qui lui étaient envoyés de tous les points de la France. Car M. Boudier est le grand maître auquel se réfèrent les mycologues dans l'embarras. On pourrait lui appliquer justement ce que le D[r] Léveillé écrivait de Persoon dans l'article *Mycologie* du *Dictionnaire d'Histoire naturelle*, de d'Orbigny : « plein de zèle, studieux, doué d'une vue perçante, d'un jugement sain, bon, modeste, obligeant envers tout le monde, il était en

relation avec la plupart des mycologues de son époque et chacun d'eux voulait avoir son avis ». Beaucoup d'entre eux ont eu l'occasion d'admirer sa magnifique collection de planches en regrettant qu'elles ne fussent pas publiées. Grâce à un éditeur mycologue qui partageait leurs regrets et à une subvention fournie par M. Boudier, les désirs si souvent exprimés ont reçu un commencement de satisfaction. Près de 200 planches sur les 600 que comporte l'Ouvrage entier ont déjà paru. L'exécution en est vraiment remarquable et fait souhaiter que la publication s'achève sans obstacle.

La grande part attribuée aux Discomycètes augmente beaucoup l'intérêt de cet Ouvrage. En effet, M. Boudier est l'auteur d'une *Nouvelle classification des Pézizes* qui lui a valu un prix de l'Académie en 1887. Les planches des *Icones mycologicæ* sont le complément et l'illustration de ce travail. Parmi les autres espèces figurées n'appartenant pas à ce groupe, beaucoup ont été décrites pour la première fois par M. Boudier.

Au Congrès international de Botanistes qui s'est réuni à Vienne l'année dernière, les *Icones mycologicæ* ont reçu un prix d'honneur. La Commission, appréciant de la même manière favorable l'Ouvrage de M. **Emile Boudier**, lui décerne le prix Montagne.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PRIX DE COINCY.

(Commissaires : MM. Van Tieghem, Bornet, Guignard, Bonnier, Prillieux, Perrier, Chatin, Giard; Zeiller, rapporteur.)

Parmi les travaux relatifs à la Phanérogamie présentés à l'Académie pour le prix de Coincy, celui qui a paru à la Commission le plus digne de retenir son attention est l'Ouvrage de M. **E.-G. Camus** et de Mlle **A. Camus**, intitulé : *Classification et Monographie des Saules d'Europe*.

Depuis bien des années, M. Camus s'était attaché à l'étude du genre *Salix*, particulièrement difficile et complexe à raison du polymorphisme de la plupart des espèces qu'il renferme et du grand nombre des formes secondaires auxquelles elles donnent en outre naissance par hybridation mutuelle. Les Notes qu'il avait publiées sur les Saules avaient été fort appréciées de tous les botanistes qui s'intéressent à ce genre, et elles lui ont valu l'envoi d'importants matériaux, grâce auxquels il a pu étendre de plus en plus ses recherches et réunir peu à peu les documents nécessaires à l'élaboration

d'une Monographie complète de toutes les formes, françaises d'abord, et finalement européennes, de ce grand genre.

A l'étude faite par lui des caractères externes, Mlle A. Camus a joint celle, très détaillée, de la morphologie interne, qui lui a fourni une part notable d'observations nouvelles. Les auteurs ont pu ainsi mettre en évidence ce fait intéressant, que les divisions fondées sur les caractères anatomiques concordent d'une façon remarquable avec celles tirées des caractères extérieurs, les unes et les autres se contrôlant et se confirmant mutuellement.

L'Ouvrage, divisé en deux volumes, l'un pour la France, l'autre pour les espèces extra-françaises, et accompagné d'un atlas de 60 planches dessinées avec un soin scrupuleux, comprend la description, avec listes synonymiques des plus complètes, de 43 espèces dont 28 appartenant à la Flore française, et de plus de 200 formes hybrides, étudiées les unes et les autres dans le plus grand détail, avec indication très précise de tous leurs caractères morphologiques, tant internes qu'externes.

C'est là un travail considérable, qui rendra de réels services et dont la valeur paraît à votre Commission justifier l'attribution du prix de Coincy à ses auteurs, M. **E.-G. Camus** et Mlle **A. Camus**.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

PRIX SAVIGNY.

(Commissaires : MM. Ranvier, Perrier, Chatin, Delage, Bouvier, Lannelongue, Laveran, Grandidier; Giard, rapporteur.)

La Commission vous propose d'accorder le prix à M. **Paul Pallary**, professeur à Oran, qui remplit toutes les conditions exigées par la testatrice et qui s'est fait connaître par de nombreux travaux de Conchyliologie, de Paléontologie et d'Anthropologie préhistorique relatifs à l'Afrique septentrionale et en partie au littoral de la mer Rouge.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX THORE.

(Commissaires : MM. Ranvier, Perrier, Chatin, Giard, Delage, Lannelongue, Laveran, Grandidier ; Bouvier, rapporteur.)

La Commission chargée d'examiner les travaux des candidats au prix Thore, pour l'année 1906, propose de décerner ce prix à M. **C. Houlbert**. professeur à l'Ecole de Médecine et de Pharmacie de Rennes, sous-directeur de la station entomologique établie à la Faculté des Sciences de cette ville.

M. Houlbert est un entomologiste passionné auquel on doit de nombreux travaux, dont plusieurs nous ont paru répondre de tous points aux intentions du fondateur du prix Thore. Ce prix, en effet, doit être attribué au meilleur travail « Sur les mœurs et l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe ». Or, dans la série déjà longue des travaux de M. Houlbert, nous en trouvons quatre pour le moins qui rentrent exactement dans ce cadre : le *Genera analytique illustré des Coléoptères de France,* les *Coléoptères de la Faune entomologique armoricaine* (en collaboration avec M. Bétis), les *Tableaux analytiques illustrés des Lamellicornes et des Longicornes* de la faune française et la *Faune analytique illustrée des Orthoptères de France.* Chacun de ces travaux, il est vrai, embrasse l'étude d'un groupe et non d'une espèce, mais il convient de donner à ce dernier mot son acception la plus large, ainsi qu'en ont décidé, à maintes reprises, nos prédécesseurs à la Commission du prix Thore.

Tous ces travaux de M. Houlbert sont des monographies systématiques destinées à faire connaître et à rendre facile l'étude des genres ou des espèces d'Insectes qui appartiennent à notre faune; ils se distinguent par un choix heureux de caractères essentiels, par une abondance de figures originales dessinées par l'auteur, et par la juxtaposition habile, pour un même genre ou pour une même espèce, de ces deux éléments de détermination. Les livres de cette espèce sont rares en France et, en les écrivant, M. Houlbert a rendu un signalé service aux entomologistes; il est peu d'ouvrages, en effet, qui se prêtent mieux à la détermination des Insectes. A ce point de vue, on doit citer comme un modèle la *Faune analytique illustrée des Orthoptères de France,* qui résume les traits caractéristiques de tous les Orthoptères de notre faune, et qui indique pour chacun d'eux la distribution, l'habitat et la saison de prédominance ; guidé par les conseils de M. Finot,

notre savant maître en Orthoptères, M. Houlbert a fait un Ouvrage clair et attrayant où quantité de jeunes ont puisé et puiseront le goût de l'Entomologie. Les *Tableaux analytiques illustrés des Lamellicornes et des Longicornes* sont conçus dans le même esprit, avec une disposition plus ingénieuse des figures; il ne rendent pas des services moindres, et l'on doit faire des vœux pour que l'auteur passe de même en revue toutes les familles du grand ordre des Coléoptères. Les mêmes éloges et le même vœu méritent d'être formulés à propos des Ouvrages de notre Entomologiste sur les Coléoptères de la faune armoricaine. Quant au *Genera analytique des Coléoptères de France*, il faut le considérer comme une sorte de préambule qui permet de s'orienter dans un groupe particulièrement riche et difficile.

M. Houlbert ne s'est pas contenté de rendre attirante et facilement abordable sa science favorite, il a voulu en faire apparaître le côté pratique et, dans ce but, a suscité la fondation du laboratoire d'Entomologie appliquée dont la Faculté des Sciences de Rennes a justement le droit d'être fière. Sous-directeur de cette station, M. Houlbert a rendu de signalés services aux agriculteurs de la région armoricaine et traité certains problèmes d'un ordre très général. Quand la Commission du prix Marie Pellechet eut à examiner les meilleurs travaux relatifs aux Insectes ennemis des livres, elle se trouva en présence de vingt-trois Mémoires tous rédigés en vue de ce concours; après un examen auquel se livrèrent les spécialistes les plus compétents, elle attribua le premier rang à M. Houlbert dont l'Ouvrage sérieux, approfondi et plein d'érudition, mérite désormais, à un double titre, d'entrer dans toutes les bibliothèques. Ce n'était pas, au surplus, le premier témoignage d'estime que notre auteur recevait de ses confrères; déjà la Société entomologique de France lui avait attribué le prix Dollfus pour sa *Faune analytique illustrée des Orthoptères*.

Votre Commission a pensé qu'il convenait de donner une consécration nouvelle à l'œuvre d'un de nos entomologistes les plus laborieux et, à cet effet, elle vous propose de décerner le prix Thore à M. C. **Houlbert**.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX DA GAMA MACHADO.

(Commissaires : MM. Ranvier, Chatin, Giard, Delage, Bouvier, Lannelongue, Laveran, Grandidier; Edmond Perrier, rapporteur.)

Le prix Da Gama Machado doit être décerné soit à un Mémoire sur la matière colorante des animaux, soit à un Mémoire sur leur matière fécondante. Ce sont deux ordres d'études fort dissemblables et il est difficile de comparer les mérites de travaux orientés dans ces deux directions, à moins de comparer la hauteur de l'inspiration qui les a guidés. Votre Commission s'est trouvée cette année dans cet embarras. Elle a eu à examiner un Mémoire de M. **Antoine-Henri Mandoul**, de Toulouse, sur les colorations tégumentaires; une série de Notes de M. **Pierre Stéphan**, de Marseille, sur la spermatogenèse. Ces travaux présentent les mêmes qualités d'observation précise, d'habileté technique; ils arrivent à des résultats également intéressants au point de vue scientifique. C'était le cas où jamais de partager également le prix entre deux investigateurs de mérite, suivant chacun l'une des deux voies dans lesquelles son fondateur entendait susciter des recherches.

Dans ses *Recherches sur les colorations tégumentaires*, M. **Mandoul** étudie expérimentalement, dans un très grand nombre de cas, les causes de la coloration des tissus des animaux. Il est ainsi amené à distinguer deux sortes de colorations : celles qui tiennent à la structure même des tissus (couleurs de structure); celles qui tiennent à la présence dans les tissus de granules colorés, de *pigments*. Sans doute cette distinction n'est pas neuve; mais elle a été pour ainsi dire rajeunie par les précisions apportées par M. Mandoul à la détermination des causes de coloration et par le grand nombre des cas de coloration qui ont été étudiés.

Les couleurs de structure peuvent être dues soit à des phénomènes de réflexion simple, soit à des phénomènes d'interférence, soit à des phénomènes de diffraction par les milieux troubles. La couleur blanche des poils et des plumes, l'aspect satiné ou velouté de certaines plumes ou des ailes de certains papillons rentrent dans le premier cas; les teintes changeant avec l'orientation ou nacrées ou irisées que présentent tant de plumes d'oiseaux, d'écailles de poissons, de coquilles de mollusques, de cuticules de vers rentrent dans le second, et la couleur bleue est due en général à des phénomènes du troisième groupe. Ces couleurs de structure peuvent d'ailleurs

être modifiées ou rehaussées par la nature du substratum. Les phénomènes d'interférences sont dus à la structure lamellaire, les phénomènes de diffraction à la structure granuleuse des tissus qui les produisent. Lamelles et granules ont dans les deux cas des dimensions de l'ordre du millième de millimètre : les granules peuvent être solides, ou consister en fines gouttelettes liquides ou mêmes en bulles d'air.

Les pigments qui produisent les colorations des tissus peuvent être élaborés par l'organisme lui-même (*pigments intrinsèques*), ou venir du dehors (*pigments extrinsèques*), par des voies diverses. La fonction de pigments intrinsèques est un signe de vitalité pour les tissus qui se manifeste encore, par exemple, par la rapidité avec laquelle se cicatrisent les greffes pigmentées.

Il n'est pas rare que des couleurs soient dues à la combinaison d'une couleur de structure et d'une couleur de pigmentation; c'est le cas de la couleur verte.

M. Mandoul a également étudié des faits relatifs aux changements rapides de coloration dus, comme on sait, à des chromoblastes placés sous la dépendance du système nerveux et ses recherches comparatives sur l'appareil chromatique des animaux à colorations variables ont notablement ajouté à ce que l'on savait déjà sur ce sujet.

Synthétisant enfin ses résultats d'observations et d'expériences, il arrive à ces intéressantes conclusions :

Les corps qui donnent lieu aux phénomènes de coloration ne sont en dernière analyse que des produits d'excrétion et, par suite, le mécanisme de la coloration se réduit aux rapports des phénomènes d'excrétion avec les facteurs évolutifs. La nourriture agit par sa quantité et surtout sa qualité; l'humidité, la chaleur, la lumière et surtout ses rayons les plus réfractés favorisent le développement du pigment cutané. Ces facteurs excitent la fonction excrétive soit en agissant directement sur les cellules, soit en mettant en jeu le système des nerfs vaso-moteurs. La sélection naturelle n'intervient que secondairement; ce qui est du reste, la règle. On ne peut voir en elle, effectivement, la cause directe des modifications organiques, et elle est même loin d'intervenir toujours pour les fixer.

Les recherches de M. **Stéphan** sur la spermatogenèse sont aussi des recherches comparatives; elles sont de la plus délicate histologie ou mieux de la plus délicate cytologie. M. Stéphan s'est efforcé de suivre avec le plus grand détail les phénomènes si complexes et si importants de la forma-

tion des spermatozoïdes ou spermies, de démêler ce qu'il y avait de variable ou de contingent dans ces phénomènes, de constant et d'essentiel, de propre par conséquent à servir de vecteur à l'hérédité. Les espèces de Mollusques prosobranches qui ont plusieurs sortes de spermatozoïdes, les Sélaciens, les Oiseaux ont été successivement étudiés par lui et partout il a apporté des précisions nouvelles. Les transformations du noyau, des corpuscules centraux, la formation des enveloppes pericéphaliques et péricaudales ont fixé son attention. Enfin, il s'est attaché à démêler l'influence que les croisements pouvaient avoir sur l'évolution des spermatozoïdes des hybrides mâles. L'hybridation n'introduit pas une forme aberrante d'évolution des éléments, mais une indétermination dans les processus ordinaires, susceptible de déterminer l'apparition d'aspects particuliers dans les différentes espèces et de permettre le passage d'un état évolutif donné à un autre par des processus fondamentalement différents (*processus para-évolutifs*).

Les travaux de M. **Mandoul** et de M. **Stéphan** font le plus grand honneur à leurs auteurs et votre Commission espère que l'Académie ratifiera ses propositions.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Lannelongue, Laveran, Dastre, Roux, Brouardel, Chauveau, Labbé, Perrier.)

I. — Prix.

La Commission décerne les prix à MM. **Paul Poirier** et **A. Charpy**, **J. Albarran**, **Ch. Porcher**.

Rapport de M. **Lannelongue**.

La Commission de Médecine et de Chirurgie a conclu à l'unanimité d'accorder un prix Montyon à l'Ouvrage de MM. **Poirier** et **Charpy**. Non seu-

lement cette œuvre restera comme un monument élevé à la science de l'Anatomie dans toutes les branches dont elle se compose, monument qui reflétera nos connaissances les plus complètes sur chacune d'elles, mais il se fait remarquer en même temps par une série de recherches originales entreprises par les deux directeurs de cette grande publication. Il n'en fallait pas davantage pour justifier le vote de la Commission.

Exploration des fonctions rénales, par M. J. ALBARRAN.
Rapport de M. **GUYON**.

Depuis que l'influence primordiale des fonctions du rein a été établie par l'observation et l'expérimentation, on n'a cessé de chercher à pénétrer leur mécanisme, et d'étudier les conséquences des modalités de leur action dans l'état de santé et dans la maladie. Malgré l'importance de toutes les acquisitions dues aux savantes recherches faites sur l'urine globale, un point essentiel restait dans l'ombre. L'impossibilité, souvent constatée, d'apprécier isolément le pouvoir fonctionnel de l'un des deux reins, semblait devoir peser, longtemps encore, sur le développement et les progrès de l'intervention chirurgicale appliquée au traitement des maladies des reins.

La détermination de la valeur fonctionnelle de chaque rein demandait, avant tout, une grande pratique, la création d'un moyen d'investigation et l'institution d'une méthode qui permissent aux chirurgiens de recueillir, de façon inoffensive et sûre, les urines isolées des deux reins. La mise au point des ressources précieuses du cathétérisme cystoscopique des uretères devait nous mettre à même d'aborder et de résoudre ce problème complexe.

Il est maintenant possible d'étudier séparément, dans chacun de ses détails, le résultat du travail fonctionnel des deux reins pour une même unité de temps, d'en mesurer et comparer exactement les résultats. Ces données positives et précises indiquent ce que l'on peut attendre du fonctionnement isolé de l'un d'eux. L'intervention chirurgicale n'est devenue puissante et n'a cessé d'être dangereuse que depuis que les opérateurs ont appris à se renseigner, de telle sorte qu'il leur soit possible de savoir jusqu'à quel point un des reins est capable de suppléer l'autre.

La comparaison fonctionnelle des deux reins est étudiée de la façon la plus complète dans l'Ouvrage de M. **ALBARRAN**. La clinique et la pratique opératoire trouvent dans ce Livre de *Chirurgie scientifique* leur véritable point d'appui.

La régularisation de la technique du cathétérisme uretéral ainsi que les

perfectionnements dus à l'auteur dans la construction du cystoscope, ont rendu cette opération délicate accessible à tous les chirurgiens. Une étude analytique, basée sur une longue série d'observations, de résultats opératoires et d'expériences personnelles remarquables par leur précision, les données nouvelles recueillies en Physiologie normale et en Physiologie pathologique fournissent les éléments de l'interprétation des phénomènes observés. Des faits positifs servent désormais à leur étude.

A côté des recherches personnelles et des découvertes de l'auteur, le lecteur trouve à leur place et à leur rang l'analyse et la critique de chacun des autres procédés d'exploration des fonctions rénales. C'est en tenant compte de l'ensemble de leurs résultats que M. Albarran formule ses conclusions. On en remarquera d'autant plus le sage esprit et la réserve, que l'on aura été mieux à même de mettre en parallèle les beaux résultats opératoires d'aujourd'hui et l'insécurité dans laquelle nous avons longtemps vécu.

« L'exploration des fonctions comparées des deux reins, dit M. Albarran, ne peut résoudre à elle seule tous les problèmes de la Clinique. Mais elle aide puissamment à leur solution, lorsque l'on sait interpréter les résultats qu'elle donne avec le sentiment des nuances qu'exige l'interprétation de toute exploration clinique. Ainsi comprise et appliquée, l'exploration des fonctions rénales permet de penser qu'un opéré auquel on enlève un rein ne doit plus mourir d'insuffisance rénale. »

La Commission propose à l'Académie d'attribuer un prix Montyon à M. le Dr **J. Albarran.**

Rapport de M. **A. Chauveau.**

M. **Ch. Porcher** a envoyé au concours une étude générale de pathologie comparée sur la *Lactosurie*. Cette étude générale vaut surtout par les faits nouveaux, d'ordre physiologique, apportés par l'auteur, sur l'origine du *lactose* du lait et le mécanisme de la *lactosurie*.

Les plus importantes de ces acquisitions nouvelles se trouvent dans cinq expériences d'ablation des mamelles chez des femelles (4 chèvres et 1 vache) *en pleine lactation*. Après l'opération les urines, qui n'étaient pas réductrices avant, le devinrent très fortement. On n'a pas trouvé trace de lactose dans le liquide urinaire. La réduction était due exclusivement à la présence du glycose. Quelques heures après l'excision mammaire, il en existait 30^{g}, 35^{g}, 45^{g} au litre. A ce moment, M. Porcher constatait une impor-

tante *hyperglycémie* concomitante qui a disparu au bout de 48 heures. En même temps cessait également la glycosurie.

C'est donc au sang que le lait emprunte les éléments de son lactose sous forme de *glycose*, qui trouve dans le tissu mammaire les agents de sa transformation en *lactose*.

Ces expériences d'ablation des mamelles *en état d'activité* constituent la démonstration la plus nette de la localisation, dans le tissu mammaire, du siège de la formation du lactose en provenance du glycose du sang. Si la mamelle était un simple émonctoire pour l'élimination d'un lactose formé ailleurs, cette formation ne cesserait pas instantanément quand on supprime la mamelle. L'hyperglycémie provoquée par l'ablation mammaire s'accompagnerait de lactosurie en même temps que de glycosurie.

Avant que M. Porcher n'étudiât les effets de l'ablation des *mamelles en activité*, d'autres avaient fait porter cette ablation sur des *organes au repos*. C'est Paul Bert qui en eut la première idée. L'opération n'empêche pas les femelles d'entrer en état de gestation suivie d'une parturition normale. Dans ses expériences, Paul Bert avait constaté après l'accouchement l'existence d'un sucre réducteur dans l'urine; ses imitateurs, tel de Sinéty, également. Mais Porcher, parmi ces derniers, se distingue par des précisions négligées avant lui. Qu'était ce sucre réducteur que l'accouchement et l'état puerpéral font apparaître abondamment (70^g, 80^g, 90^g) dans l'urine des sujets d'expérience? Ce pouvait être du lactose aussi bien que du glycose. Paul Bert n'avait pas cherché à faire la distinction, qui, dans le cas particulier, a une importance considérable au point de vue physiologique. C'est M. Porcher qui démontre que ce sucre réducteur est du glycose. Et alors, cette première expérience d'ablation mammaire, due à Paul Bert, acquiert nettement la signification de la précédente au point de vue de la détermination du siège de la formation du lactose du lait. Ce lactose prend naissance dans le tissu mammaire : *plus de mamelle, plus de lactose*. La suractivité excitée dans la fonction glycogénique par l'état de gestation chez les femelles privées de mamelles se traduit, au moment de l'accouchement, par de la *glycosurie* et non par de la *lactosurie*.

La conclusion de ces expériences se trouve corroborée par les résultats de celles qui ont été consacrées à la comparaison de l'influence qu'exerce sur la composition de l'urine l'hyperglycémie artificiellement provoquée par la saturation glycosique chez les femelles dont les mamelles sont au repos absolu ou en pleine activité.

Quel que soit le mode employé pour obtenir cette saturation glycosique

de l'organisme, injection intraveineuse ou ingestion de glycose, si les glandes mammaires sont au repos, l'hyperglycémie ne saurait déterminer que de la glycosurie. C'est au contraire de la lactosurie qui survient quand les femelles sont en pleine lactation.

M. Porcher a parfaitement déterminé les conditions de la manifestation de cette lactosurie. Il a montré que la réussite est assurée quand le tissu mammaire fonctionne activement et qu'il n'y a pas surabondance du glycose introduit dans l'organisme. Ses recherches personnelles sur ce point lui permettent d'affirmer que *toute hyperglycémie se produisant sur un terrain favorable, en l'espèce une femelle laitière dont les mamelles sont actives, donne naissance à de la lactosurie*.

Ces principes établis, il a été facile à M. Porcher de se prononcer sur les conditions qui déterminent la présence et la nature du sucre trouvé dans l'urine des femmes enceintes.

La *lactosurie ante partum* a été signalée par Blot dans la moitié des cas de grossesse environ. M. de Sinéty l'a considérée comme très rare. Les études de M. Porcher lui permettent d'affirmer qu'elle est constante, mais faible, si on la recherche au bon moment, c'est-à-dire dans les derniers temps de la grossesse, alors que le tissu mammaire commence à entrer en activité et se prépare à l'exercice de sa fonction, la sécrétion lactée.

Quant à la *glycosurie ante partum*, elle précède la lactosurie, plus ou moins suivant les cas. On la constate déjà vers le huitième ou le septième, voire même le sixième mois. Ce n'est pas, en effet, toujours au même instant que survient la suractivité glycogénétique du foie, origine de l'hyperglycémie qui est la cause de la glycosurie. Aux approches de l'accouchement, les petites quantités de glycose contenues dans l'urine font place graduellement au lactose, sous l'influence du réveil de la glande mammaire.

Inutile d'insister davantage pour faire comprendre l'intérêt qui s'attache à ces études. Tous les autres points dont il est question dans le travail de M. **Porcher**, la *lactosurie puerpérale*, la *lactosurie durant la lactation*, la *lactosurie au cours de divers états pathologiques*, la *lactosurie alimentaire*, s'éclairent à la lumière des démonstrations fondamentales qui viennent d'être rappelées.

II. — Mentions.

La Commission accorde les mentions à MM. **Robert Lœwy**, **Adolphe Javal**, **Guillemard** et **Moog**.

Rapport sur une mention d'un prix Montyon de Médecine,
par M. **Lannelongue.**

Le Livre de M. **Lœwy** sur les fractures des os longs, fait en commun avec M. Hennequin, fait le plus grand honneur aux deux auteurs et en particulier à M. Lœwy.

Ce livre présente une série de chapitres avec des aperçus originaux sur les questions controversées dans les fractures.

La partie thérapeutique est encore incertaine sur bien des points. M. Lœwy, à l'aide d'expériences nombreuses et de recherches méthodiques, en a résolu quelques-uns; il a montré l'influence spéciale des régimes, la valeur vraie des diverses méthodes et fixé ainsi le traitement spécial aux variétés les plus communes.

C'est là un progrès qui méritait bien la récompense qui a été décernée à M. Lœwy.

Traitement de l'œdème brightique, par M. le Dr Adolphe Javal.
Rapport de M. **Dastre.**

M. **Adolphe Javal** a été associé aux très intéressantes études de M. F. Widal sur les effets physiologiques et thérapeutiques de la déchloruration.

M. F. Widal et ses élèves ont vu que, dans certaines périodes du mal de Bright, le rein avait perdu sa perméabilité normale au chlorure de sodium. Il présente des crises d'imperméabilité qui sont la cause de l'œdème observé dans cette maladie. En effet, le chlorure de sodium ne s'accumule pas dans le sang : celui-ci en contient une quantité qui se règle et reste à peu près constante. Dès que l'alimentation ou un autre procédé d'introduction tendent à en accroître la quantité, l'organisme se décharge de cet excès par la voie rénale. A défaut de celle-ci, le chlorure de sodium passe dans les tissus, les séreuses, etc., où il attire et retient l'eau : l'œdème brightique est constitué.

Les choses ne se passent point de la même façon pour d'autres éléments de l'urine, l'urée par exemple, qui peuvent s'accumuler dans le sang et y rester plus ou moins indépendants de l'élimination urinaire.

En diminuant les chlorures de l'alimentation, on soulage le rein : on ne lui présente que le minimum de la substance qu'il a peine à éliminer. On

prévient l'accumulation de cette substance dans les tissus : on évite l'œdème, l'ascite, l'hydropisie générale.

La cure de déchloruration est devenue une méthode thérapeutique certaine, convenant au cas de l'œdème brightique. Elle peut avoir même quelques utiles indications pour l'œdème cardiaque et l'ascite. — Les travaux de M. **Javal** que la Commission a distingués démontrent précisément l'utilité de la diète de sel pour certains malades brightiques; ils expliquent l'efficacité du régime lacté absolu, qui n'est autre chose qu'un régime pauvre en chlorure. M. Javal a suivi l'histoire de plusieurs malades et montre avec quelle souplesse l'élimination rénale et la disparition de l'œdème s'ajustent à la diète chlorurée.

Influence des hautes altitudes sur la nutrition générale et sur l'hématopoïèse, par MM. Guillemard et R. Moog. Rapport de M. **Dastre**.

MM. **Guillemard** et **Moog** ont apporté une utile contribution à l'éclaircissement d'une question qui a été, depuis quelques années, l'objet d'études nombreuses. Ils ont séjourné pendant quelques jours aux observatoires du mont Blanc (Grands-Mulets et sommet). Ils ont étudié les variations que subit l'élimination urinaire, pour un régime alimentaire constant, lorsque l'on passe de la plaine à la montagne (de Paris à l'altitude du mont Blanc). Ils ont constaté une diminution de la diurèse; une diminution des matériaux fixes de l'urine; une diminution de l'excrétion azotée qui est plus sensible sur les matières complètement oxydées. Il semble donc y avoir une diminution des oxydations.

Les auteurs ont attribué, dans la pathogénie du mal des montagnes, une part assez large à l'auto-intoxication produite par la formation exagérée et la rétention partielle des déchets azotés incomplètement brûlés.

En ce qui concerne l'hématopoïèse, la numération des globules est impuissante à renseigner sur l'augmentation ou la diminution de la substance active du sang; il y a en effet augmentation dans le réseau périphérique et diminution dans les organes centraux. Un simple déplacement pourrait expliquer ces faits. Mais les dosages d'hémoglobine ont amené les auteurs à affirmer, contrairement à ce qu'ont annoncé d'autres savants, que dès le début du séjour en montagne la richesse des globules en hémoglobine diminue, fait qui ne peut s'expliquer que par une formation nouvelle d'hématies.

Enfin, ces deux expérimentateurs ont étudié l'exhalation de la vapeur

d'eau. Ils annoncent que le climat de la haute montagne, loin de favoriser la perte de vapeur d'eau par le poumon et la peau, restreint cette élimination.

III. — CITATIONS.

La Commission attribue des citations :

A M. **Lucien-Graux**, pour son Ouvrage intitulé : *Application de la cryoscopie à l'étude des eaux minérales;*

A MM. **Louis** et **Paul Murat**, pour leur Ouvrage intitulé : *Cure marine de la tuberculose pulmonaire;*

A M. **A. Gougenheim**, pour son Ouvrage intitulé : *Travaux de rhino-laryngologie.*

Les conclusions de ces Rapports sont successivement adoptées par l'Académie.

PRIX BARBIER.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Lannelongue, Dastre, Roux, Brouardel, Chauveau, Labbé, Perrier; Laveran, rapporteur.)

Le prix est décerné à M. **Adrien Lucet**, vétérinaire à Courtenay, pour ses *Recherches bactériologiques sur la suppuration chez les animaux de l'espèce bovine* et pour ses *Recherches sur les moisissures pathogènes,* faites en collaboration avec M. Costantin.

En 1897, M. Lucet a publié un travail très intéressant sur l'*Aspergillus fumigatus;* depuis lors, il a poursuivi ses recherches sur les moisissures pathogènes et il a décrit plusieurs espèces nouvelles des genres *Aspergillus* et *Rhizopus*. En même temps que l'étude botanique et biologique des moisissures pathogènes M. Lucet a poursuivi, au moyen d'expériences sur les animaux, l'étude des lésions qu'elles provoquent.

M. **Lucet** a fait tous ses travaux à Courtenay, dans un laboratoire qu'il a créé, et il poursuit ses recherches, très originales et d'un haut intérêt, tout en satisfaisant aux obligations de sa clientèle; c'est d'un bel exemple.

La Commission accorde une mention à M. **J.-V. Detroye**, pour son travail intitulé : *Cancers et tumeurs chez les animaux, observations et expériences.*

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX BRÉANT.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Lannelongue, Laveran, Dastre, Brouardel, Chauveau, Labbé, Perrier; Roux, rapporteur.)

Rapport sur un Mémoire de M. Rémy, *intitulé : « Le dosage des substances actives des sérums hémolytiques et son application au dosage du pouvoir préventif du sérum anti-cholérique* », par M. **Roux**.

Le procédé de M. **Rémy** pour doser le pouvoir préventif des sérums antibactériens en général et du sérum anti-cholérique en particulier, a pour point de départ les travaux de Bordet qui ont montré que les éléments cellulaires sensibilisés et les bactéries sensibilisées fixent l'alexine du sérum des animaux neufs.

M. Rémy étudie d'abord l'union de l'alexine hémolytique et de l'hémo-sensibilisatrice avec les globules rouges et applique les résultats de cette étude au dosage de la sensibilisatrice et de l'alexine. L'auteur s'occupe ensuite des vibrions cholériques sensibilisés qui absorbent des doses d'alexine hémolytique proportionnelles aux quantités de choléra-sensibilisatrice qu'ils ont fixées. L'estimation de la sensibilisatrice se réduit donc à un dosage d'alexine.

Les questions traitées par M. Rémy ont fait le sujet de publications de la part de plusieurs auteurs, mais le soin apporté dans les nombreuses expériences rapportées par M. **Rémy** a décidé votre Commission à lui attribuer une subvention sur le prix Bréant à titre d'encouragement.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX GODARD.

(Commissaires : MM. Bouchard, d'Arsonval, Lannelongue, Laveran, Dastre, Roux, Brouardel, Chauveau, Labbé, Perrier; Guyon, rapporteur.)

C'est à une très intéressante étude sur l'anatomie des organes génito-urinaires de l'homme et de la femme que la Commission du prix Godard propose à l'Académie de donner le prix.

M L.-H. Farabeuf, professeur honoraire à la Faculté de Médecine de Paris, a repris, depuis qu'il a quitté l'enseignement, des recherches déjà commencées pendant son exercice. Il a publié, en 1905, une monographie où *les vaisseaux sanguins des organes génito-urinaires du périnée et du pelvis* sont décrits de la façon la plus complète. Leur dissection a été faite chez l'homme et chez la femme par un investigateur possédant une profonde connaissance des techniques anatomiques.

On retrouve dans ce bel Ouvrage tout cet ensemble de qualités maîtresses qui ont placé M. Farabeuf au premier rang des anatomistes de notre époque. Sa puissante originalité s'y manifeste aussi bien dans le texte que dans l'illustration; elles portent, au même degré, une marque propre, qui est celle de l'auteur.

Dans cette partie de l'Anatomie, la multiplication des figures s'imposait. Elles sont toutes l'œuvre de M. Farabeuf; il les a dessinées, selon son habitude, à l'aide de nombreux croquis par lui relevés sur nature. Il a su les faire démonstratives et claires sans les rendre inexactes. L'artiste n'a jamais cessé de se soumettre à l'anatomiste. Aussi, ne laissent-elles rien à deviner ni à éclaircir. Tout est facile à saisir. Des descriptions brèves et précises, où les mots eux-mêmes font souvent image, aident à comprendre chacun de leurs détails.

Semblables recherches éclairent, sur plus d'un point, l'anatomie, la physiologie et la pathologie des organes génito-urinaires; elles répondent entièrement à la pensée du fondateur. Godard a voulu que ce fût sur cette triple base que s'édifient les travaux relatifs aux organes génito-urinaires. Il savait, pour y avoir apporté de très remarquables contributions, que c'est la condition qui permet d'établir des vérités que la pratique peut utiliser pour une fin utile à la vie de l'homme.

M. Farabeuf est arrivé à ce but. Quelques exemples suffisent et je me borne à dire que ses descriptions des vaisseaux sanguins des organes génito-urinaires de l'homme démontrent, de façon saisissante, l'étroite solidarité de la circulation dans les deux appareils destinés à assurer le régulier fonctionnement d'organes aussi nécessaires à la conservation de l'espèce qu'au maintien de la santé.

On ne peut être surpris que les troubles nocturnes de la miction, qui marquent le début de l'hypertrophie de la prostate, s'accompagnent de ces érections qui prennent fin dès que la miction s'opère, et que la prostate, enserrée dans l'énorme lacis vasculaire formé par le confluent des plexus veineux de la vessie et des organes génitaux, apporte particulièrement obstacle à la sortie des urines lorsqu'ils se congestionnent, comme il arrive

la nuit, sous la double influence du décubitus et du sommeil. On comprend aussi que les moindres lésions du canal prostatique, sous la muqueuse duquel rampent cette énorme quantité « de demi-cravates veineuses que l'on voit sortir du col de la vessie et du départ de l'urètre », amènent des saignements ou des hémorragies parfois très abondantes; on se rend compte, enfin, que la partie de la vessie qui avoisine le col, et plus spécialement son bas-fond, soit le siège d'élection de plusieurs de ses principales lésions. L'irrigation si abondante de cette région donne l'explication de sa fâcheuse fertilité.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PRIX DU BARON LARREY.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Lannelongue, Dastre, Roux, Brouardel, Chauveau, Labbé, Perrier; Laveran, rapporteur.)

Le prix est décerné à M. le Dr **Morel**, médecin-major des troupes coloniales, pour son travail intitulé : *Prophylaxie des maladies épidémiques et endémiques, principalement du paludisme et de la fièvre jaune dans les colonies françaises.*

Après avoir exposé les principes généraux sur lesquels repose aujourd'hui la prophylaxie des maladies épidémiques et endémiques les plus communes dans nos colonies, M. Morel s'occupe de chacune de nos colonies en particulier et fait connaître les mesures déjà prises ou à prendre pour combattre les endémies et pour s'opposer à l'introduction des maladies épidémiques.

Le programme exposé par M. **Morel** est excellent; il marque un progrès considérable accompli ou en voie d'accomplissement dans l'hygiène de nos troupes coloniales.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX BELLION.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Lannelongue, Laveran, Dastre, Roux, Chauveau, Labbé, Perrier; Brouardel, rapporteur.)

M. **Georges-G. Paraf** a consacré à l'hygiène et à la sécurité du travail industriel un livre extrêmement intéressant, rempli de documents avec figures à l'appui.

Après avoir indiqué les causes de viciation de l'atmosphère des ateliers par la respiration, l'éclairage, les poussières organiques volatiles, les poussières animales, végétales, minérales, M. G. Paraf indique les moyens propres à en conjurer les dangers.

Il passe en revue les diverses industries : les mines, la métallurgie du fer et des autres métaux, les industries céramiques, le verre, le bois, le papier, etc.

Ce qui donne à ce livre son caractère propre, c'est que, à chacun des inconvénients signalés, M. Paraf joint l'exposé des mesures prises dans les différents pays.

M. Paraf apporte dans ses descriptions une précision qui rend ce livre absolument technique d'une lecture très facile et même attrayante.

C'est le livre qui, au point de vue de l'hygiène et de la sécurité dans l'industrie, est certainement le plus complet et le plus parfait.

La réunion de tous ces documents a demandé à l'auteur un travail personnel très long et minutieux.

La Commission décerne le prix Bellion à M. **Georges-G. Paraf.**

Elle accorde une mention à M. le Dr **Jean Toy** pour son Ouvrage intitulé : *La réglementation de la défense sanitaire contre la peste, le choléra et la fièvre jaune.*

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PRIX MÈGE.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, Lannelongue, Laveran, Dastre, Roux, Brouardel, Chauveau, Labbé, Perrier; d'Arsonval, rapporteur.)

La Commission accorde le prix Mège, arrérages, à M. **S. Turchini**, pour son travail intitulé : *Études expérimentales sur la puissance du tube à rayons X dans ses divers modes d'emploi.*

M. le Dr **S. Turchini** a présenté un Mémoire très étendu consistant en une série d'études expérimentales sur la puissance du tube à rayons X dans ses divers modes d'emploi.

Ce travail, entièrement expérimental, a conduit l'auteur à des résultats nouveaux et lui a permis de définir d'une manière très précise, notamment :

1° De quelle façon varie l'étincelle équivalente avec l'intensité du courant actionnant la bobine ;

2° Le rapport entre la longueur de cette étincelle et la fréquence des interruptions;

3° Les rapports existant entre l'étincelle équivalente et le pouvoir fluoroscopique du tube à intensité constante;

4° Les conditions du maximum d'éclat;

5° Quelle est la fréquence *optima* correspondant à une bobine de self-induction donnée, etc.

Tous ces points et beaucoup d'autres, étudiés avec des méthodes très précises et une grande habileté expérimentale par M. Turchini, constituent une contribution des plus importantes à la production des rayons X et à leur application à la Médecine. Votre Commission vous propose, en conséquence, de décerner le prix Mège (arrérages) pour 1906 à M. **Turchini**.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. d'Arsonval, Chauveau, Dastre, Roux, Laveran, Giard; Bouchard, rapporteur.)

La Commission décerne le prix à M. le Dr **E. Meyer**;

Elle accorde une mention à M. le Dr **J. Sellier**, pour ses *Recherches sur la digestion et les ferments digestifs*.

Rapport de M. **Bouchard** *sur les travaux de M. le Dr* E. Meyer, *Professeur de Physiologie à la Faculté de Médecine de Nancy.*

L'auteur envoie à l'Académie l'ensemble des travaux qu'il a poursuivis en Physiologie expérimentale, de 1886 à 1904.

Nous citerons : des recherches sur l'influence du refroidissement sur les combustions respiratoires, l'innervation du cœur et du poumon; une

démonstration de l'association fonctionnelle des centres bulbaires établie par l'étude des variations du rythme du cœur sous l'influence de la respiration et de la déglutition ; une étude des effets physiologiques de l'aniline et des toluidines; des recherches sur les pigments de la bile (passage de l'hémoglobine dans la bile).

L'étude de la physiologie du nouveau-né permet de saisir le mécanisme des fonctions d'innervation du cœur et du poumon, alors qu'elles ont encore le maximum de simplicité.

L'auteur a apporté une contribution à la pathogénie de l'urémie en rassemblant un certain nombre d'arguments tirés de l'expérimentation qui semble prouver l'existence d'une sécrétion interne du rein. Il a précisé les rapports qui existent entre la capacité respiratoire du sang et la température animale; par exemple, après l'inhalation d'oxyde de carbone, la température s'abaisse et elle se relève dès que s'élimine l'oxyde de carbone.

Enfin l'auteur a poursuivi des recherches de physiologie clinique, sur le tremblement normal, le tremblement sénile, les modifications du graphique respiratoire dans l'insuffisance rénale.

Cet ensemble considérable de travaux, l'importance de la plupart d'entre eux, la très louable continuité de l'effort ont paru à la Commission être des titres à l'attribution à M. **Meyer** du prix Montyon de Physiologie expérimentale.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PRIX PHILIPEAUX.

(Commissaires : MM. Chauveau, Bouchard, Dastre, Roux, Laveran, Giard; d'Arsonval, rapporteur.)

La Commission décerne le prix à M. **Stéphane Leduc**;

Elle accorde une citation au capitaine **Caubert** pour son Ouvrage intitulé : *Du cheval bien mû et bien mis*.

M. le Dr **Stéphane Leduc**, professeur à l'École de Médecine de Nantes, a soumis au jugement de la Commission une série de recherches sur divers sujets de Physiologie expérimentale. Les résultats obtenus par ce distingué expérimentateur sont nouveaux, et quelques-uns présentent une importance

pratique très grande en même temps qu'un ensemble de vues très personnelles. Citons entre autres :

1° Huit Mémoires sur les ions où se trouvent établis les différents modes d'action des courants électriques sur les êtres vivants et signalée une expérience des plus élégantes : la mise en série des animaux, et l'emploi des ions colorés et des ions caustiques ;

2° Plusieurs Mémoires sur la résistance électrique du corps humain, où l'auteur réfute expérimentalement les opinions admises sur ce sujet pendant un siècle et montre quelles sont les causes physiques d'où dépend la résistance électrique du corps humain ;

3° Plusieurs Mémoires sur l'inhibition cérébrale produite par l'électrisation du cerveau et amenant le sommeil.

Cet ensemble de travaux, dont nous ne pouvons donner ici qu'une courte nomenclature, ont paru, à votre Commission, de nature à mériter à leur auteur une distinction spéciale, et elle vous propose, en conséquence, d'attribuer le prix Philipeaux pour 1906 à M. le Dr **Stéphane Leduc**.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX LALLEMAND.

(Commissaires : MM. d'Arsonval, Chauveau, Dastre, Roux, Laveran, Giard; Bouchard, rapporteur.)

La Commission décerne le prix à M. **André Léri** qui présente une série de recherches cliniques et anatomiques sur la *Cécité dans le tabes* et la cécité dite *tabétique*.

Parmi les travaux présentés, deux se distinguent par leur importance :

L'étude clinique sur la *Cécité et le tabes*, qui a servi de thèse inaugurale à l'auteur;

Un Mémoire inédit sur *les lésions anatomiques constatées* dans 21 cas de tabes avec cécité.

Au point de vue clinique : pour A. Léri, l'amaurose tabétique n'a aucun caractère pathognomonique. Elle débute par une phase aiguë pendant laquelle la vision disparaît rapidement, puis l'atrophie opaque se constitue et le malade ne peut plus distinguer le jour de la nuit. L'examen ophtalmoscopique montre qu'il s'agit d'une névrite et non d'une atrophie.

Cette opinion contredit l'opinion classique d'après laquelle la cécité serait progressive et s'accompagnerait d'un rétrécissemement inégalement concentrique du champ visuel avec dyschromatopsie à évolution spéciale.

Léri s'élève également contre l'opinion qui veut que l'apparition de la cécité empêcherait l'éclosion des symptômes ordinaires du tabes, ou même une fois ceux-ci développés les atténuerait ou les ferait disparaître. Pour lui, le développement précoce de l'amaurose ne s'accompagne généralement pas de symptômes spéciaux graves; mais, dans certains cas, on peut observer les symptômes les plus sérieux du tabes vulgaire. Le développement tardif de l'amaurose n'arrête ni ne fait rétrocéder aucun des troubles spinaux déjà apparus.

Enfin « le tabes amaurotique » serait caractérisé plutôt par des troubles encéphaliques plus importants que dans le tabes vulgaire. Ce tabes amaurotique répondrait à une localisation spéciale du processus morbide, probablement syphilitique, au niveau des voies optiques et de la base du cerveau. Il est aussi différent du tabes vrai que la paralysie générale. C'est la localisation particulière du processus qui conditionne le tabes avec cécité, qui lui donne sa bénignité quant aux symptômes spinaux. Il ne saurait plus être question d'une influence favorable mystérieuse de la cécité sur le tabes dorsal.

Au point de vue anatomique : la lésion du tabes amaurotique est une névrite interstitielle du nerf optique d'origine vasculaire avec infiltration lymphocytaire des gaines méningées. Puis la sclérose du nerf se constitue à la suite de l'extension du processus d'artérite et de phlébite comme dans toute sclérose syphilitique.

L'amaurose tabétique doit donc être considérée comme une localisation spéciale, sur les voies optiques, de la sclérose vasculaire et de la méningite syphilitique. Cette localisation peut, ou non comme la paralysie générale, s'accompagner d'une localisation médullaire plus ou moins prononcée du même processus.

Tabes, paralysie générale et amaurose tabétique sont trois localisations du processus syphilitique sur le système nerveux et ses enveloppes qui peuvent s'associer ou rester isolées.

Ces considérations, qui ne sont pas à l'abri de toute critique, reposent sur un grand nombre d'observations et des études anatomiques très consciencieuses et très détaillées, de tout l'appareil optique : rétine, nerf optique, chrosma, bandelettes et cerveau de près de 80 sujets.

Ce travail constitue donc une œuvre véritablement personnelle, originale;

il apporte un grand nombre de documents nouveaux dont l'interprétation seule est critiquable.

Il paraît digne d'une haute récompense.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PRIX POURAT.

(Commissaires : MM. d'Arsonval, Chauveau, Bouchard, Dastre, Roux, Laveran; Giard, rapporteur.)

L'Académie demandait de *Nouvelles recherches sur le phototactisme et le phototropisme.*

Depuis plusieurs années M. **Georges Bohn** a fait paraître, en grande partie dans nos *Comptes rendus,* une vingtaine de Notes dont les résultats ont été coordonnés récemment en deux Mémoires publiés par l'Institut général psychologique : 1° *Attractions et oscillations des animaux marins sous l'influence de la lumière;* 2° *Impulsions motrices d'origine oculaire chez les Crustacés.*

M. Bohn a abordé la question du phototropisme d'une façon toute nouvelle. D'après lui, l'orientation n'a pas lieu par rapport à la direction des rayons lumineux, mais par rapport aux surfaces d'ombre et de lumière perçues à distance. Tout se passe comme si ces surfaces exerçaient sur les animaux des attractions et des répulsions. L'auteur a cherché les lois de ces attractions et répulsions : la loi de composition des forces en mécanique leur serait applicable.

Dans les phénomènes précédents M. Bohn attribue une grande importance aux *réceptions oculaires*. Parfois il semble qu'il suffise de faire intervenir un éclairement inégal des deux yeux pour expliquer les mouvements observés, mais chez certains animaux, les Crustacés par exemple, les phénomènes sont plus compliqués et l'orientation se fait par une série de rotations dépendant de la distribution topographique des taches d'ombre et de lumière à la surface des yeux.

De nombreuses recherches poursuivies surtout sur des animaux marins littoraux, soumis au balancement des marées, M. Bohn a conclu que les réactions phototropiques varient suivant les heures du flot et du reflux. Le fait est surtout frappant en ce qui concerne les *Convoluta,* dont les curieux mouvements de montée et de descente synchrones des oscillations de la marée sont susceptibles d'être observés en aquarium. Ce fait, entièrement

nouveau, montre clairement l'intervention des *états physiologiques* dans l'étude des tropismes, ces états résultant d'ailleurs non seulement des conditions actuelles, mais aussi des conditions passées (stades antérieurs et même ancestraux) dont il importe de tenir compte.

Les oscillations phototropiques sont plus ou moins nettes suivant les habitats et la saison, et d'après M. Bohn elles paraissent varier avec les états d'hydratation des tissus. La déshydratation peut être obtenue à marée basse et en morte-eau, soit par dessiccation sur les roches, soit par sursalure de l'eau dans les flaques littorales, soit encore par altération de l'eau par l'acide carbonique. Ainsi se trouve établie, d'une façon très ingénieuse, l'intervention de l'anhydrobiose et un curieux parallélisme entre le phototropisme et la parthénogenèse expérimentale si l'on admet l'interprétation que nous avons proposée, M. Bataillon et moi, pour ce dernier phénomène.

Les travaux de M. Bohn touchent ainsi à des problèmes très importants de Biologie générale, pour lesquels ils apportent tout un ensemble de données nouvelles. Par leur originalité, par la patience et la sagacité avec lesquelles elles ont été poursuivies, ces recherches nous ont paru dignes d'être récompensées.

A l'unanimité, votre Commission vous propose d'accorder le prix Pourat à M. **Georges Bohn**.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PRIX MARTIN-DAMOURETTE.

(Commissaires : MM. d'Arsonval, Chauveau, Bouchard, Roux, Laveran, Giard ; Dastre, rapporteur.)

La Commission décerne le prix à M. **Lucien Butte**, pour ses *Recherches sur l'action physiologique et thérapeutique du Guaco* (Aristolochia cymbifera).

L'auteur, que l'Académie a déjà distingué dans les concours précédents par des citations et des mentions répétées, présente cette fois à son jugement un Mémoire intéressant sur le Guaco.

L'intérêt qu'offre cette substance lui vient des préjugés qui ont longtemps régné à son endroit. Les indigènes du Mexique lui attribuent, en effet, une vertu souveraine contre les morsures des serpents venimeux. M. Butte dissipe cette illusion. L'étude méthodique à laquelle il s'est livré porte sur les caractères botaniques, chimiques, pharmaceutiques et enfin

sur les propriétés physiologiques de la substance. Il en a déterminé l'action sur les divers appareils et les diverses fonctions de l'économie : sur le système nerveux, sur la circulation, la respiration, l'appareil digestif, la sécrétion urinaire et sur la nutrition en général.

Il y a dans le Guaco une substance active qui n'est pas la résine mais un corps soluble dans les alcalis, le guacol. Cette substance a des propriétés analgésiques remarquables : de plus elle exerce une action ralentissante sur la nutrition et fait baisser notablement la température centrale. Au point de vue thérapeutique, le guacol peut rendre des services dans un certain nombre d'affections névralgiques ou douloureuses.

La Commission accorde une mention très honorable à M. le Dr **Pierre Sée**, pour son Ouvrage intitulé : *Contribution à l'étude des applications thérapeutiques des oxydases et des métaux-ferments*.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Brouardel, de Freycinet, Haton de la Goupillière, Laussedat ; Alfred Picard, Carnot, Rouché, rapporteurs.)

Rapport général de M. **Alfred Picard**.

Trois Ouvrages seulement ont été présentés à l'Académie des Sciences pour le concours de 1906 au prix Montyon de Statistique :

1° Brochure de M. le Dr **Ausset** (de Lille), professeur agrégé de l'Université, lauréat de l'Académie de Médecine, sur la mortalité infantile dans le département du Nord ;

2° Mémoire manuscrit de M. le Dr **Ott**, sur la mortalité infantile à Lillebonne et sur ses causes ;

3° Brochure de M. le Dr **Butte**, médecin du dispensaire de salubrité de la Ville de Paris, ex-chef de laboratoire à l'hôpital Saint-Louis, sur la prostitution et la syphilis.

Chacun de ces Ouvrages fait l'objet d'un Rapport spécial ci-annexé.

M. le Dr Ausset, chargé, dans le département du Nord, de l'enquête décidée par la Ligue contre la mortalité infantile, expose les résultats des investigations qu'il a conduites avec beaucoup de talent, de sagacité et de persévérance, pour la période sexennale 1897-1902. Passant en revue les divers arrondissements, il s'est efforcé d'établir la part des causes dominantes de la mortalité des petits enfants: gastro-entérite, affections aiguës des voies respiratoires, débilité congénitale. Suivant lui, la solution du problème si angoissant de la mortalité infantile se résume presque exclusivement dans la préservation des maladies du tube digestif au moyen d'une bonne et rationnelle alimentation. Sa conclusion essentielle est de faire l'éducation des femmes, de leur enseigner dès l'école les principes élémentaires d'hygiène infantile, de leur inculquer les notions des devoirs qu'elles auront à remplir ultérieurement et, d'autre part, d'installer, le cas échéant, des consultations de nourrissons ainsi que des gouttes de lait. Par son étendue, son importance et sa valeur, le travail de M. le Dr Ausset a paru à la Commission mériter le prix Montyon.

C'est également la mortalité infantile qui sert de thème à l'étude de M. le Dr Ott. L'auteur s'est limité à la petite ville de Lillebonne. Il impute la proportion très élevée de la mortalité infantile: 1° à des tares héréditaires (tuberculose, surmenage des mères, alcoolisme, syphilis); 2° à la façon généralement défectueuse dont les enfants sont élevés. On a cherché à prévenir cette dernière cause de mort par l'institution d'une goutte de lait et d'une crèche. M. le Dr Ott annonce l'intention de rendre compte du fonctionnement et des résultats de ces établissements. La Commission propose de l'encourager en lui attribuant une mention honorable.

Bien que différent, le sujet abordé par M. le Dr Butte touche aussi aux intérêts supérieurs de l'avenir du pays par la conservation de la race. La brochure est, en effet, relative à la prostitution et à la syphilis dans l'agglomération parisienne, de 1872 à 1904. Partisan résolu de la réglementation et de la surveillance médicale, M. le Dr Butte montre, à l'appui de sa thèse, l'extinction presque complète de la syphilis dans les maisons de tolérance, la diminution considérable de la morbidité chez les filles soumises isolées, la tendance à l'amélioration pour les filles insoumises. Son œuvre témoigne, non seulement d'une conviction profonde, mais aussi d'une sincérité, d'une clairvoyance et d'un esprit d'analyse remarquables. Elle est digne d'une mention très honorable.

En résumé, la Commission est d'avis de décerner le prix Montyon de

Statistique (1906) à M. le Dr **Ausset**, une mention très honorable à M. le Dr **Butte**, et une mention honorable à M. le Dr **Ott**.

La mortalité infantile dans le département du Nord, par M. le Dr E. Ausset (de Lille). Rapport de M. **Ad. Carnot**.

Cet Ouvrage (1) est un exposé complet et raisonné des résultats de l'enquête qui a été ouverte en 1903 dans le département du Nord, sous l'active impulsion de la *Ligue contre la mortalité infantile*, dont la fondation est due à l'initiative de M. le sénateur Paul Strauss et de M. le professeur Budin. Il n'avait été entrepris jusque-là aucun travail semblable; on s'était borné à recueillir des documents sur la mortalité infantile dans les villes, et l'on avait calculé, par analogie, ce qu'elle pouvait être dans toute la France.

M. le Dr **Ausset** a fourni le questionnaire qui fut adressé par les soins du Préfet à tous les maires du département. Il a tenu à embrasser dans cette enquête six années consécutives (1897-1902), afin d'avoir une moyenne assez sûre et de pouvoir, en s'arrêtant à 1902, comparer plus tard à cette période celle des six années suivantes, pendant lesquelles auront fonctionné des œuvres intéressantes créées dans le Nord vers la fin de 1902 et le commencement de 1903 pour lutter contre la mortalité infantile. Cette étude comparative pourra être féconde en enseignements pratiques.

L'enquête et les calculs ont porté sur les 667 communes du département du Nord, étudiées pendant les six années. L'auteur a totalisé les résultats des communes d'un même canton, puis ceux des cantons d'un même arrondissement, et enfin ceux des sept arrondissements du département, dont la population passait, pendant cette période, de 1809130 à 1869140, s'accroissant ainsi de 60000 habitants.

Il s'est attaché à faire de la statistique sans idée préconçue et à laisser parler les chiffres officiels, afin que le lecteur puisse, s'il le veut, reprendre les chiffres annuels et calculer autrement les moyennes.

La statistique a porté non seulement sur la mortalité des enfants depuis leur naissance jusqu'à l'âge d'un an, mais aussi sur la mortinatalité, sur la natalité totale, sur la mortalité globale des enfants et des adultes, enfin sur le mouvement de la population pour chaque canton. Des graphiques nom-

(1) Extrait de la *Revue d'Hygiène et de Médecine infantiles*, 1905 (136 pages, 58 figures). O. Doin, éditeur.

breux illustrent l'Ouvrage et facilitent la comparaison entre les divers arrondissements et les divers cantons.

Mais, après avoir établi cette statistique sans aucun parti pris et d'une façon absolument scientifique, l'auteur a jugé nécessaire d'en tirer la moralité, en quelque sorte, et d'appeler l'attention sur les conclusions qui en ressortent. Je ne signalerai ici que les principales.

La mortalité de 0 à 1 an, pendant la période sexennale 1897-1902, a présenté les moyennes suivantes, rapportées à 1000 naissances, pour les sept arrondissements du Nord :

Avesnes...........	112,4	Hazebrouck........	180,1
Valenciennes.......	124,0	Dunkerque........	215,6
Cambrai...........	127,0	Lille..............	218,7
Douai.............	130,4		

La moyenne pour le département entier a été de 180,0 pour 1000 naissances.

On voit que, dans les trois arrondissements de l'Ouest (2e colonne), la mortalité infantile est beaucoup plus élevée que dans les arrondissements du Sud-Est (1re colonne).

On peut remarquer en même temps dans l'enquête que, parmi les causes attribuées à la mortalité infantile, la gastro-entérite joue un rôle tout à fait prédominant dans les trois arrondissements de l'Ouest et un rôle beaucoup moins important dans les quatre autres.

En cherchant l'explication de ces différences, il vient naturellement à l'esprit de faire la part du genre de vie de la masse de la population.

Et, en effet, les arrondissements du Sud-Est ont une population principalement agricole; il est vrai que les ouvriers industriels tiennent aussi une place importante dans quelques cantons (Douai, Denain, Valenciennes); mais les mineurs ont un salaire relativement élevé, leurs femmes restent à la maison pour soigner les enfants, et la mortalité est faible parmi ceux-ci.

L'arrondissement de Lille, au contraire, présente des agglomérations industrielles considérables et une population dont la majeure partie vit dans une affreuse misère. Les mères sont, en très grand nombre, ouvrières dans des fabriques, travaillent dans un air confiné, n'ont pas une alimentation suffisante et souvent n'ont pas le repos nécessaire à la fin de la grossesse. Les jeunes enfants n'ont ni l'air libre des champs, ni la plupart du temps le lait et les soins maternels. Aussi arrive-t-il que, dans le canton d'Armentières par exemple, plus du quart des enfants meurent avant d'avoir atteint

la fin de leur première année. Quelle peut être la mortalité des survivants pendant les années suivantes?

Au premier abord, on ne saisit pas aussi bien la cause de la mortalité élevée qui se manifeste pour les enfants dans les arrondissements de Dunkerque et d'Hazebrouck, dont le pays est sain et où, s'il y a quelques centres industriels, la population agricole domine et le bien-être est généralement satisfaisant. Mais le médecin découvre ici une autre cause de mortalité infantile excessive; c'est l'ignorance et les préjugés qui existent dans les populations flamandes de cette région. Les vieilles coutumes et la routine y règnent sans partage; « les pratiques malsaines d'hygiène et d'alimentation des petits enfants y sont portées à leur maximum ».

Il y a donc, « à côté de la mortalité infantile causée par la misère physiologique et matérielle de la mère, la mortalité causée par l'ignorance et les préjugés, et ce n'est pas la moins terrible par le nombre des coups qu'elle frappe ».

Contre la première, il faudra que l'initiative privée vienne au secours des enfants et trouve moyen d'améliorer les conditions hygiéniques pour les mères, ou bien que les pouvoirs publics organisent des secours pour les mères-nourrices et installent des consultations de nourrissons où elles seront assistées et conseillées; ces consultations paraissent être actuellement la meilleure arme pour combattre le fléau.

Contre la seconde, la lutte sera heureusement plus facile. Il faudra faire l'éducation des femmes flamandes, leur enseigner dès l'école les notions élémentaires de l'hygiène infantile et apprendre aux mères « ce qu'elles ont à faire et surtout ce qu'elles ne doivent pas faire », selon l'expression de l'auteur.

Le Dr Ausset cite un exemple encourageant de ce qu'il est possible d'obtenir même en un temps très court. Depuis le mois d'octobre 1902, dans la ville de Saint-Pol-sur-Mer, fonctionne une *Goutte de lait*, consultation de nourrissons, fondée par le maire, M. Van Cauwenberghe, grâce à une généreuse donation de M. Dawemport. Au bout de deux années, la mortalité infantile est descendue, dans la ville, presque à la moitié de ce qu'elle était entre 1897 et 1902 (151 au lieu de 269 pour 1000 naissances). Il est à souhaiter que de pareilles fondations se multiplient et que de pareils résultats se généralisent.

L'Ouvrage du Dr **Ausset** a paru mériter le prix Montyon de Statistique.

Prostitution et syphilis. La surveillance médicale des prostituées à Paris, de 1872 à 1904, par M. le Dr Butte, *médecin du dispensaire de salubrité de la Ville de Paris, ex-chef de clinique à l'hôpital Saint-Louis*. Rapport de M. **Alfred Picard**.

Après avoir rappelé que la prostitution est une des principales sources de la syphilis, M. le Dr **Butte**, chargé depuis 1885 de la statistique médicale du dispensaire de salubrité de la Ville de Paris, s'est proposé d'établir l'utilité de la réglementation en se basant sur les résultats des statistiques de 1872 à 1904.

Sans demander à ces statistiques plus qu'elles ne peuvent donner, il en a cependant déduit la preuve des services rendus par la surveillance pour la protection contre une maladie qui s'attaque non seulement à l'individu, mais aussi à la race.

A Paris, les prostituées qui sont l'objet d'une surveillance médicale se divisent en deux catégories : filles soumises, filles insoumises. On distingue, d'ailleurs, parmi les filles soumises : d'une part, les filles de maison et, d'autre part, les filles isolées.

Maintenues sous une étroite surveillance, les filles de maison subissent une visite hebdomadaire et, en cas de maladie, sont immédiatement envoyées à Saint-Lazare. Si elles fuyaient avant la visite afin d'échapper à l'internement, la crainte d'une arrestation presque inévitable les obligerait à s'enfermer et à se soigner chez elles. Le nombre des maisons de tolérance à Paris et dans la banlieue avait oscillé entre 220 et 196 pendant la période de 1839 à 1862; il s'est progressivement et continuellement abaissé pour descendre à 48. Une diminution correspondante a eu lieu dans la population de ces établissements : 1092 en 1872 et 387 en 1904. Au cours de l'année 1872, le service avait relevé 261 cas de syphilis, soit une proportion de 23,9 pour 100; il n'en a pas constaté durant l'année 1903. M. le Dr Butte attribue la décroissance de la morbidité à l'amélioration de l'hygiène et surtout à l'interdiction pour les tenanciers de recevoir des prostituées mineures : souvent atteintes de la maladie à 14, 15 ou 16 ans, les filles se trouvent en quelque sorte vaccinées et à l'abri des accidents transmissibles, lorsqu'elles sont admises dans les maisons.

Les filles soumises ou inscrites isolées sont astreintes à deux visites par mois, et à quatre visites quand elles ont la syphilis. Beaucoup, il est vrai, savent échapper à la surveillance médicale; mais elles risquent de se faire

arrêter et d'être envoyées à Saint-Lazare, si le service les reconnaît malades; ce risque les incite à se soigner et à ne pas sortir pour racoler. Tandis que le nombre des filles soumises isolées passait de 2583 en 1872 à 6031 en 1904, le nombre et la proportion des cas de syphilis se sont respectivement abaissés de 529 à 199 et de 20 pour 100 à 3,3 pour 100. L'état sanitaire de ces prostituées accuse donc une amélioration sensible.

Quant aux filles insoumises, elles ne subissent la visite médicale que dans le cas d'arrestation pour faits précis de provocation à la débauche. Le nombre annuel des visites de filles insoumises, qui était de 3746 en 1872, a marqué parfois des tendances sensibles à une diminution; néanmoins, en 1904, il est encore de 3530. Assez variable, celui des cas de syphilis ressort à 659 en 1872 et à 349 en 1904; la proportion corrélative des insoumises visitées et reconnues syphilitiques peut être évaluée à 26,3 pour 100 et à 14,7 pour 100. Tandis que la morbidité moyenne de 1872 à 1904 atteint 19 pour 100, celle de la dernière période décennale ne dépasse pas 15 pour 100. Cette constatation, bien que satisfaisante, ne permet pas de conclure avec certitude à une réduction très notable de la syphilis parmi les prostituées insoumises.

Dans l'ensemble, de 1872 à 1904, le dispensaire de salubrité a fait isoler et soigner 25529 femmes atteintes d'accidents syphilitiques contagieux. Des millions d'individus sains ont été ainsi préservés d'un contact dangereux.

A une certaine époque, les arrestations d'insoumises s'étant ralenties, il en est résulté immédiatement une recrudescence de la morbidité.

M. le Dr **Butte** insiste donc sur la nécessité de la surveillance médicale. Il conclut d'ailleurs à poursuivre les études statistiques et émet le vœu que la Société française de prophylaxie en arrête le programme détaillé.

La Commission propose de décerner à l'auteur une mention très honorable.

Recherches statistiques sur la mortalité infantile à Lillebonne et sur ses causes, par M. le Dr Ott. Rapport de M. **Rouché**.

Le Mémoire adressé à l'Académie des Sciences par M. le Dr **Ott** a pour titre : *Recherches statistiques sur la mortalité infantile à Lillebonne et sur ses causes*. Ces recherches se rapportent d'ailleurs seulement à la période 1890-1903.

Lillebonne est une petite ville industrielle de 6403 habitants située dans le département de la Seine-Inférieure. Un premier Tableau nous donne

une proportion moyenne de 32,26 *naissances* pour 1000 habitants. Mais si, à Lillebonne, suivant l'expression du Dr Ott, on fait beaucoup d'enfants, on les élève fort mal et le déchet qui se produit pendant les deux premières années est très considérable; un second Tableau donne, en effet, une proportion moyenne annuelle de la mortalité des enfants de 0 à 2 ans représentée par le nombre de 11,77 pour 1000 habitants. Deux autres Tableaux fort intéressants montrent : l'un que sur 1000 *décès* il y a en moyenne tous les ans 387,50 décès d'enfants de 0 à 2 ans, et l'autre, qu'en moyenne, sur 1000 enfants, 307 meurent dans le cours de la première année.

Mais quelles sont les causes de cette mortalité infantile? M. le Dr Ott les rattache principalement à la tuberculose, au surmenage des mères et à l'alcoolisme.

La *tuberculose* est très fréquente à Lillebonne. Pour les enfants du premier âge, les lésions manifestement tuberculeuses abondent. Que la tuberculose des parents soient aiguë ou chronique, les rejetons en subissent fatalement les effets. Il n'est pas rare de voir des familles, dont le père ou la mère sont tuberculeux, avoir donné naissance à douze, quatorze ou quinze enfants et n'en avoir plus que deux vivants; le Dr Ott en cite un exemple très frappant.

Le *surmenage* auquel se soumettent les femmes enceintes a sa répercussion sur la qualité des enfants. L'influence du *repos* pendant les derniers mois de la grossesse est un fait aujourd'hui indiscutable. Le cultivateur se garde bien de faire travailler sa vache ou sa jument lorsqu'elle est pleine; il n'en est pas malheureusement de même pour les hommes. De plus, hantée par son retour à la fabrique, la femme abrège sa convalescence et dix mois plus tard elle met au monde un nouvel enfant qui remplace le premier souvent déjà mort à cette époque.

Aux deux cas d'abâtardissement de la race dont il vient d'être question, il faut joindre l'*alcoolisme*. L'alcoolisme chronique sévit à Lillebonne avec une remarquable intensité; en 1902, il existait dans cette petite ville plus de 100 cafés ou débits, ce qui correspond à 1 débit pour 60 habitants. Mais ce n'est pas au cabaret que l'ouvrier s'alcoolise le plus souvent; la plupart des ouvriers ont chez eux un petit baril d'eau-de-vie, et alors hommes, femmes, enfants, famille entière et même les voisins boivent à l'envi.

Avant de terminer cette étude, M. le Dr Ott a pensé qu'il serait intéressant de comparer les résultats statistiques pour Lillebonne avec ceux qui sont relatifs au département de la Seine-Inférieure, à la France entière

et à certains pays de l'Europe réputés par leur fort accroissement de population. Tous les chiffres cités à ce sujet sont extraits des différents Volumes de statistique annuelle du mouvement de la population, publiés chaque année par le Ministère du Commerce.

Telle est l'analyse du Mémoire de M. le Dr **Ott**; ce travail est très sérieux et mérite assurément une mention honorable.

Les conclusions de ces Rapports sont successivement adoptées par l'Académie.

PRIX GÉNÉRAUX.

MÉDAILLE LAVOISIER.

(Commissaires : MM. Poincaré, Chauveau, Darboux; Berthelot, rapporteur.)

Rapport de M. **Berthelot.**

Cette médaille est décernée par le Bureau de l'Académie à M. **S.-M. Jorgensen.**

Les premières recherches de M. S.-M. Jörgensen sur les periodures des alcaloïdes ont été publiées en 1867. Ces expériences le conduisirent à la découverte d'un triiodure de potassium, puis d'un hexaiodure de mercure, et enfin des periodures doubles de thallium et des bases ammoniées et phosphorées.

Dès lors, il se consacra entièrement à l'étude des bases ammonio-métalliques.

Poursuivant et étendant les recherches de Fremy et de Blomstrand il ne tarda pas à porter tour à tour ses investigations sur les séries des sels lutéo, roséo et purpuréo, du cobalt, du chrome et du rhodium. Discutant ensuite leur constitution, il démontra comment on devait les envisager et comment on pouvait passer d'une série à l'autre. Ces recherches ont été complétées plus tard par les études cryoscopiques de M. Petersen.

A ces importantes séries viennent s'ajouter des travaux sur les sels xan-

thochromiques, sur les sels rhodosochromiques, sur l'acide platinique et ses curieuses combinaisons.

Dans cette chimie toute spéciale des bases ammoniées métalliques à laquelle beaucoup de chimistes ont consacré leurs efforts, M. **Jörgensen** tient certainement la plus grande place par l'importance de ses résultats. Il y a dépensé le travail de sa vie entière, il a coordonné et classé toutes les séries ou à peu près pour les métaux trivalents. Dans ces dernières années, il a apporté de nombreux matériaux à l'étude si difficile des bases du platine.

La pureté des sels purpuréo du rhodium lui a permis de préparer ce métal dans des conditions toutes nouvelles et d'en déterminer le poids atomique.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

MÉDAILLE BERTHELOT.

(Commissaires : MM. Poincaré, Chauveau, Berthelot;
Darboux, rapporteur.)

Sur la proposition de son Bureau, l'Académie décerne la médaille Berthelot aux savants suivants :

M. **S.-M. Jörgensen**, qui a obtenu la médaille Lavoisier.

M. **Martine**, lauréat du prix Cahours.

PRIX TRÉMONT.

(Commissaires : MM. Poincaré, Chauveau, Darboux, Berthelot, Bornet;
Maurice Levy, rapporteur.)

Le prix Trémont est décerné à M. **Frémont** pour les utiles expériences qu'il poursuit, sur les relations entre les diverses qualités des métaux.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX GEGNER.

(Commissaires : MM. Poincaré, Chauveau, Berthelot, Maurice Levy,
Bornet; Darboux, rapporteur.)

Sur la proposition de la Commission administrative, l'Académie attribue le prix Gegner à M. **J.-H. Fabre**, Correspondant de l'Académie.

PRIX LANNELONGUE.

(Commissaires : MM. Poincaré, Chauveau, Berthelot, Maurice Levy, Bornet; Darboux, rapporteur.)

La Commission administrative propose de partager le revenu de la fondation Lannelongue entre Mmes **Beclard** et **Cusco.**

Cette proposition est adoptée par l'Académie.

PRIX JÉROME PONTI.

(Commissaires : MM. Poincaré, Chauveau, Berthelot, Maurice Levy, Bornet; Darboux, rapporteur.)

Le prix est partagé entre M. **Offret**, professeur à la Faculté des Sciences de Lyon, pour ses travaux de Minéralogie, et M. **Gruvel**, pour ses recherches sur les Cirrhipèdes.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX WILDE.

(Commissaires : MM. Berthelot, Lœwy, Maurice Levy, de Lapparent, Mascart, Troost; Darboux, rapporteur.)

Le prix est partagé entre :

M. **Termier**, pour ses recherches sur la structure géologique des Alpes orientales;

M. **Massau**, pour ses travaux de Mécanique appliquée et particulièrement ses recherches de l'intégration graphique.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX SAINTOUR.

(Commissaires : MM. Darboux, Poincaré, Berthelot, de Lapparent, Moissan; Giard et Zeiller, rapporteurs.)

La Commission propose de partager le prix Saintour entre M. **Ant. Magnin**, pour ses travaux de Géographie botanique, et M. **L. Laurent**, pour ses travaux de Paléontologie végétale, en attribuant un prix au premier d'entre eux et un prix moindre au second.

Rapport sur les travaux de M. Ant. Magnin, par M. **A. Giard**.

L'œuvre de M. **Ant. Magnin**, professeur à la Faculté des Sciences de Besançon, comprend, outre plusieurs travaux intéressants de Botanique appliquée, de Cryptogamie, de Physiologie (castration parasitaire), etc., tout un vaste ensemble de publications poursuivies depuis plus de 30 ans sur la distribution géographique des végétaux dans ses rapports avec l'éthologie et les milieux cosmiques. Les *Recherches sur la Géographie botanique du Lyonnais* (1879), complétées en 1886 par la *Végétation de la région lyonnaise et de la partie moyenne du bassin du Rhône* (gr. in-8°, 513 pages et 7 Cartes), la *Statistique botanique de l'Ain* (1883), la *Végétation des Alpes françaises* (1893), les six Volumes des *Archives de la Flore jurassienne* (1899-1905) ne sont pas seulement le résumé de patientes et consciencieuses observations, des documents d'une valeur inestimable pour la Géographie botanique de l'est et du sud-est de la France : on y trouve partout des vues de philosophie naturelle d'une très haute portée sur la localisation des plantes disjointes, biaréales, etc., et ses causes; sur les lois d'analogie et d'association et leur emploi dans les questions de géonémie, particulièrement dans l'exploration méthodique des stations; sur la suppléance des facteurs éthologiques; sur les rapports du sol avec la végétation; sur les colonies végétales hétérotopiques et les associations mélangées ou myxocénies, etc.

Dans ces quinze dernières années, M. Ant. Magnin, soit seul, soit avec l'aide d'élèves qu'il a formés, s'est attaché surtout à l'étude des lacs du Jura, sur lesquels il vient de faire paraître un beau Volume d'observations brillamment illustrées.

Ces recherches limnologiques, exécutées uniquement avec les ressources personnelles de l'auteur, ont porté sur 74 lacs ou étangs, dont 56 n'avaient pas été étudiés jusqu'à présent. Pour tous ces lacs, des sondages ou dragages multipliés ont permis d'établir le plan, les zones bathymétriques, les caractères physiques ou chimiques des eaux et leur phytogéographie. L'étude de la Flore macrophytique est complète, celle du plankton est ébauchée. Les lacs les plus importants sont l'objet de véritables monographies ayant nécessité de très nombreuses explorations; tels les lacs du Bourget (40^{km} de rives), de Joux (20^{km}), de Saint-Point (12^{km}), etc.

Des recherches morphologiques et physiologiques sur l'adaptation des végétaux à la vie aquatique et à la station lacustre dans les diverses zones biologiques, sur l'influence mécanique des mouvements de l'eau, sur les conditions d'établissement des diverses associations et formations végétales donnent à ce beau travail un intérêt tout particulier et ouvrent des horizons nouveaux sur l'histoire passée et la transformation graduelle des flores lacustres.

Votre Commission a pensé que l'effort persévérant et désintéressé de M. **Ant. Magnin** a largement contribué aux progrès de la Géographie botanique et mérite une haute récompense.

Elle vous propose d'attribuer à ce vaillant travailleur les deux tiers du prix Saintour.

Rapport sur les travaux de M. Louis Laurent, par M. **R. Zeiller**.

Élève de notre regretté Correspondant A.-F. Marion, M. **Louis Laurent** a repris depuis quelques années la suite des études du M[is] G. de Saporta sur les flores tertiaires du sud-est de la France, et il a, dès ses débuts, apporté à la résolution du problème si complexe et si délicat de la détermination des feuilles fossiles de Dicotylédones une sévérité de critique et une sagacité d'appréciation qui ont fixé sur ses travaux l'attention de tous ceux qui s'intéressent à l'histoire du monde végétal et de ses transformations successives.

Dans l'une de ses premières œuvres, ayant pour objet la flore des calcaires oligocènes de Célas, il avait obtenu déjà de très intéressants résultats, particulièrement en ce qui touche les diverses espèces de *Ficus* de ce gisement, dont il avait réussi à établir avec certitude, par rapport aux formes vivantes du même genre, les véritables affinités, jusqu'alors méconnues.

Il a traité avec le même souci de la précision les végétaux fossiles de

divers autres gisements de la Provence, ceux notamment des argiles oligocènes de Marseille, dont il a fait une étude détaillée; mais ses investigations les plus fructueuses ont porté sur la flore pliocène des cinérites du Cantal, à laquelle, avec la savante collaboration de M. Pierre Marty pour la partie géologique, il a consacré un important Ouvrage, dont la publication vient seulement d'être terminée. Il y a développé de la manière la plus heureuse et la plus féconde sa méthode de travail, consistant à ne laisser de côté, sans un examen attentif, aucun des termes possibles de comparaison, à faire ressortir les dissemblances aussi soigneusement que les similitudes, à en discuter la valeur, et à mettre sous les yeux du lecteur les éléments essentiels d'appréciation, de manière à le faire juge lui-même de la valeur des conclusions finales. Il a pu ainsi faire justice de certaines déterminations dont nul ne soupçonnait l'inexactitude, et mettre à leur place des attributions que les preuves données à l'appui ne permettent plus de discuter. Tel est le cas, entre beaucoup d'autres, pour certains fruits ailés qu'il a montré être ceux d'un type spécial de Nyctaginées de l'Amérique du Nord, et pour de prétendues feuilles de Tilleul qu'il a reconnues comme appartenant au genre japonais *Paulownia,* ramené aujourd'hui par la culture dans les régions d'où il avait été chassé par les changements climatériques et où l'on ignorait jusqu'ici qu'il eût habité jadis.

Votre Commission estime qu'à raison des faits nouveaux dont il a enrichi la science paléobotanique et de la rigueur qu'il a introduite dans ses méthodes de recherches, M. **L. Laurent** mérite d'être récompensé par l'Académie, et elle vous propose de lui attribuer le tiers du prix Saintour.

Les conclusions de ces Rapports sont adoptées par l'Académie.

PRIX HOULLEVIGUE.

(Commissaires : MM. Darboux, Poincaré, Mascart, Émile Picard, Maurice Levy, Giard; Berthelot, rapporteur.)

Le prix est partagé :

Un prix est accordé à M. **G. André**, pour ses recherches de Chimie physiologique chez les Végétaux;

Un prix est accordé à M. **E. Bataillon**, pour l'ensemble de ses recherches d'Embryologie expérimentale;

Un prix moindre est accordé à M. A. **Pizon**, pour ses travaux, publiés depuis 1893, sur le développement des Tuniciers.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX CUVIER.

(Commissaires : MM. Gaudry, Perrier, Giard, Delage, Chatin, Barrois ; Bouvier, rapporteur.)

La Commission chargée de l'attribution du prix Cuvier vous propose de décerner cette récompense enviable à M. le Dr **Raffray**, pour l'ensemble de ses travaux sur les Insectes, et surtout pour le précieux *Genera et Catalogue des Psélaphides,* qui couronne dignement cet ensemble.

Le prix Cuvier compte parmi les plus estimés de l'Institut et c'est à ce titre qu'on le décerne ordinairement à des hommes de science dont l'œuvre et la renommée sont universelles ; il a honoré les plus beaux noms de la Paléontologie, donné une légitime fierté à d'éminents zoologistes et, lors de sa dernière attribution, il était décerné à un savant dont notre pays peut être fier à bon droit. Mais l'étude des animaux embrasse un vaste territoire dont toutes les parties méritent d'être cultivées avec soin, encore que certaines soient peu fécondes pour la réputation des laborieux qui fixent leur dévolu sur elles. Aux travailleurs qui défrichent ces terres inconnues et en apparence ingrates, aux modestes qui poursuivent leurs utiles sillons sans le stimulant qui vient du dehors, il convient aussi d'adresser le geste qui encourage ; et ce geste qui fera surgir d'autres amants de la Science pure, notre Compagnie est tout indiquée pour le faire et pour le rendre pleinement efficace. Nul ne saurait, mieux qu'elle, mettre en évidence le mérite caché.

C'est guidé par des considérations de cet ordre que votre Commission vous propose d'attribuer à M. Raffray le prix Cuvier.

M. Raffray était encore l'année dernière Consul général de France à Capetown et il dirige actuellement les établissements français en Italie ; mais, chez lui, le diplomate ne s'est jamais séparé de l'homme de science et, à vrai dire, ce sont les recherches d'histoire naturelle qui l'ont dirigé vers la diplomatie. De 1867 à 1872, il s'essaye aux explorations zoologiques par des voyages en Corse, en Espagne et en Algérie; en 1874, nous le trouvons en Abyssinie où, chargé d'une mission gratuite, il parcourt le

pays éthiopien depuis Massouah jusqu'au Nil bleu ; en 1874, il se rend dans les mêmes conditions à Zanzibar, et en 1876-1877, accompagné de M. Maindron, dans les îles indo-malaises, aux Moluques et dans le nord de la Nouvelle-Guinée. Cette dernière mission fut pénible, mais combien fructueuse! Inhospitaliers et malsains, les territoires parcourus avaient été jusqu'alors peu explorés et ils livrèrent aux courageux voyageurs des richesses scientifiques considérables. Au cours de ces voyages, M. Raffray ne s'était pas contenté de prendre rang parmi les bons explorateurs, il avait su entretenir partout des relations cordiales et manifesté des aptitudes qui le mirent en relation avec le Ministère des Affaires étrangères. Et dès lors, c'est comme représentant de ce Ministère que nous le trouvons en divers points du globe, actif plus que jamais et, par là même, trouvant des loisirs pour continuer ses recherches zoologiques : de 1879 à 1882, il est en Abyssinie; en 1883, à Madagascar; en 1884, à l'oasis de la Hadj en Arabie; en 1885, à Zanzibar; en 1888, à Singapour et à Poulo-Pinang; en 1892, à Tientsin et à Tchefou; en 1894, à Capetown où il resta dix années. C'est au cours de sa mission de 1882 en territoire abyssin qu'il explora le lac Ashangui et qu'il découvrit la faune alpine sur les hauteurs du mont Abonna-Yousef, à 4000^{m} d'altitude.

M. Raffray n'est pas seulement un chasseur émérite, enrichissant nos musées de ses récoltes. Ardent aux recherches comme aux explorations, et d'ailleurs entomologiste passionné, il a pris une part active au progrès de sa science favorite en se livrant à de nombreuses études et en publiant de sérieux travaux. Ses favoris furent les dédaignés de presque tous : les Coléoptères qui se tiennent tapis aux endroits les plus sombres et qui n'attirent l'attention ni par leur taille, ni par leur coloris. Après plusieurs essais qui témoignent de son habileté comme observateur et de la finesse de son crayon, il publie en 1887 son importante monographie des Paussides et jette une vive lumière sur cette famille jusqu'alors peu connue. Il nous montre ces Insectes vivant dans les fourmilières, respectant les Fourmis bien que carnassiers et prenant parfois leur vol pour aller s'ébattre loin du gîte et peut-être déposer leurs œufs; avec ses jolis dessins et son texte d'une précision extrême, il fixe une fois pour toutes la morphologie de ces animaux, dont il établit la classification et dévoile les affinités curieuses. Malgré leurs formes lourdes, leurs singulières antennes et leur genre de vie tout spécial, ces Insectes se rattachent étroitement aux Carabiques et, comme certains de ces derniers, les *Brachinus,* par exemple, se défendent par des explosions anales.

Après cette étude fort soignée, qui restera un Ouvrage de chevet pour les entomologistes, M. Raffray était mûr pour des recherches fines, et il consacra tout son talent à des Coléoptères plus encore dédaignés, les Psélaphides, qui, mesurant à peine 2^{mm} à 3^{mm}, peuvent bien passer pour les microbes du monde entomologique.

Les Psélaphides sont des Insectes crépusculaires et nocturnes qui se tiennent de préférence dans les endroits frais et humides, parmi les feuilles et les mousses, sous les pierres et l'écorce des arbres. Etant données ces habitudes, il n'est pas étonnant qu'on trouve chez eux tous les passages à la cécité complète : beaucoup ont de très grands yeux, comme nombre d'animaux nocturnes; d'autres en présentent d'ordinaires ou de réduits; plusieurs enfin sont aveugles, parfois des deux côtés ou d'un seul, l'organe atrophié pouvant alors se modifier en épine comme on l'observe dans un tout autre groupe, celui des Crustacés abyssaux. Ces caractères peuvent apparaître dans toute les subdivisions de la famille et, dans toutes également, peuvent se trouver des espèces myrmécophiles. Mais ces dernières, à vrai dire, sont plutôt rares, en dépit de l'opinion courante qui incarne pour ainsi dire toute la famille dans les très curieux Clavigères, qui sont commensaux ou symbiotes des Fourmis. En fait, les Psélaphides myrmécophiles sont essentiellement représentés par les espèces de la sous-famille des Clavigérides, mais cette sous-famille n'occupe pas une bien grande place dans le groupe des Psélaphides et renseigne fort mal sur les habitudes et les caractères morphologiques de ce dernier.

Il faut parcourir les deux Ouvrages essentiels de M. Raffray, son *Etude sur les Psélaphides*, publiée en 1890, et son récent *Genera et Catalogue* pour se faire une idée nette de l'étendue et des variations du groupe. Les Psélaphides y sont représentés par plus de 3000 espèces, dont près de 1500 ont été découvertes par l'auteur; et ce riche ensemble ne représente certainement qu'une fort petite partie de la famille. Les Psélaphides, en effet, sont répandus partout, très différents d'une localité à l'autre, et les recherches des zoologistes en font chaque jour distinguer de nouveaux; ils forment, à coup sûr, un des groupes les plus populeux dans l'ordre des Coléoptères, qui en compte pourtant de si riches.

Mais, dans ses limites actuelles déjà fort vastes, la famille des Psélaphides peut être considérée comme une des mieux connues sous le rapport de la morphologie, des variations et des groupements systématiques; et le mérite de cette œuvre considérable revient pour une grande part à M. Raffray qui, dans les deux publications signalées plus haut, a su

analyser et réunir comme il convient les nombreuses formes de ces minuscules Insectes. Il a su non moins bien en montrer les enchaînements, la distribution géographique et les affinités. Avec lui, on peut suivre tous les passages qui conduisent des Psélaphides libres aux Clavigérides commensaux, assister à l'atrophie de l'appareil buccal qui caractérise ces derniers et arriver aux Clavigères aveugles qui sont les formes terminales du groupe. Il est également curieux et instructif de suivre M. Raffray dans ses études sur la distribution géographique des Psélaphides : certains genres et quelques espèces sont cosmopolites, mais c'est une exception plutôt rare, et la localisation des formes paraît plutôt générale, surtout dans les régions montagneuses où elle se montre fort peu étendue; dès lors chaque pays a sa faune presque spéciale, et ce n'est pas là une des moindres particularités que présentent ces animaux dont la dissémination semble pourtant très facile. J'ajouterai enfin que M. Raffray a su fort habilement mettre en lumière les affinités zoologiques des Psélaphides. A cause de leurs habitudes et de leur petite taille, on les a longtemps rapprochés des Scydménides ou des Paussides, mais en fait ils sont une dégénérescence des Staphylinides, tandis que les Scydménides se rattachent aux Silphides et les Paussides aux Carabiques. « Il faut donc effacer de nos classifications, dit M. Raffray, cette association hétéroclite des Paussides, Psélaphides et Scydménides. Entre les deux premières familles il y aura les Staphylinides, et si les Scydménides suivent immédiatement les Psélaphides, c'est pour se rapprocher davantage des Silphides. »

Par ses patientes et longues recherches, par ses études morphologiques minutieuses, par sa finesse d'analyse et par ses talents de classificateur, M. Raffray a contribué plus que tout autre à faire connaître le monde infiniment varié des Coléoptères presque microscopiques, il a ouvert dans cette direction spéciale une large voie et, en plusieurs Volumes qui resteront, établi le cadre où doivent s'effectuer les recherches futures. Ce travailleur modeste a donné l'exemple d'un beau désintéressement scientifique en cultivant avec passion un domaine négligé et sans attrait; il est sage et juste de récompenser cet effort par une haute marque d'estime, et c'est pourquoi votre Commission vous propose d'attribuer à M. **Raffray** le prix Cuvier.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX PARKIN.

(Commissaires : MM. Bouchard, Brouardel, Mascart, Michel Lévy, Dastre, Chauveau; Moissan, rapporteur.)

Le prix n'est pas décerné.

PRIX JEAN REYNAUD.

(Commissaires : MM. Gaudry, Darboux, Lannelongue, Bouquet de la Grye, Berthelot, Chauveau; Poincaré, rapporteur.)

La Commission décerne le prix à M. **Pierre Curie**, pour ses travaux sur la piézoélectricité et les propriétés des corps radioactifs.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX DU BARON DE JOEST.

(Commissaires : MM. Berthelot, Bouquet de la Grye, Maurice Levy, Poincaré, de Lapparent, Perrier; Darboux, rapporteur.)

Le prix est décerné à M. **Demoulin**, pour ses recherches de Géométrie infinitésimale.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX FONDÉ PAR Mme LA MARQUISE DE LAPLACE.

Une Ordonnance royale a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation, qui lui a été faite par Mme la Marquise de Laplace, d'une rente pour la fondation à perpétuité d'un prix consistant dans la collection complète des Ouvrages de Laplace, qui devra être décerné chaque année au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

Le Président remet les cinq Volumes de la *Mécanique céleste*, l'*Expo-*

sition du Système du monde et le *Traité des Probabilités* à M. **Lévy** (**Paul-Pierre**), sorti premier de l'École Polytechnique et entré, en qualité d'Élève Ingénieur, à l'École nationale des Mines.

PRIX FONDÉ PAR M. FÉLIX RIVOT.

Conformément aux termes de la donation, le prix Félix Rivot est partagé entre MM. **Lévy** (**Paul-Pierre**) et **Bélugou** (**Alexandre-André**), entrés les deux premiers en qualité d'Élèves Ingénieurs à l'École nationale des Mines, et MM. **Petit** (**René**) et **Lane** (**Raymond-Émile**), entrés les deux premiers au même titre à l'École nationale des Ponts et Chaussées.

PROGRAMME DES PRIX PROPOSÉS

POUR LES ANNÉES 1908, 1909, 1910, 1911, 1912 ET 1913 (*)

GÉOMÉTRIE.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

(Prix du Budget : 3000fr.)

L'Académie rappelle qu'elle a mis au concours, pour l'année 1908, la question suivante :

Réaliser un progrès important dans l'étude de la déformation de la surface générale du second degré.

(*) Les concours de 1907 étant clos le 31 décembre 1906, la liste des prix proposés pour 1907, publiée dans le précédent programme, n'a pas été rappelée.

Les Mémoires devront être envoyés au Secrétariat de l'Institut *avant le 1er janvier* 1908.

PRIX FRANCOEUR (1000fr).

Ce prix *annuel* sera décerné à l'auteur de découvertes ou de travaux utiles au progrès des Sciences mathématiques pures et appliquées.

PRIX PONCELET (2000fr).

Ce prix *annuel*, fondé par Mme Poncelet, est destiné à récompenser alternativement l'Ouvrage le plus utile aux progrès des Sciences mathématiques pures ou appliquées, publié dans le cours des dix années qui auront précédé le jugement de l'Académie.

Une donation spéciale de Mme Poncelet permet à l'Académie d'ajouter au prix qu'elle a primitivement fondé un exemplaire des Œuvres complètes du Général Poncelet.

Le prix Poncelet sera décerné en 1908 à un Ouvrage sur les Mathématiques pures.

PRIX BORDIN (3000fr).

L'Académie met au concours, pour l'année 1909, la question suivante :

L'invariant absolu qui représente le nombre des intégrales doubles distinctes de seconde espèce d'une surface algébrique dépend d'un invariant relatif ρ, *qui joue un rôle important dans la théorie des intégrales de différentielles totales de troisième espèce et dans celle des courbes algébriques tracées sur la surface. On propose de faire une étude approfondie de cet invariant, et de chercher notamment comment on pourrait trouver sa valeur exacte, au moins pour des catégories étendues de surfaces.*

Les Mémoires devront être envoyés au Secrétariat de l'Institut *avant le 1er janvier* 1909.

MÉCANIQUE.

PRIX MONTYON (700fr).

Ce prix *annuel* est fondé en faveur de « celui qui, au jugement de l'Aca-
» démie, s'en sera rendu le plus digne, en inventant ou en perfectionnant
» des instruments utiles aux progrès de l'Agriculture, des Arts mécaniques
» ou des Sciences ».

PRIX FOURNEYRON (1000fr).

L'Académie rappelle qu'elle a mis de nouveau au concours, pour 1908, la question suivante :

Étude théorique ou expérimentale des turbines à vapeur.

PRIX PONCELET (2000fr).

Décerné alternativement à un Ouvrage sur les Mathématiques pures ou sur les Mathématiques appliquées (*voir* p. 1075).

Le prix Poncelet sera décerné en 1909 à un Ouvrage sur les Mathématiques appliquées.

PRIX VAILLANT (4000fr).

L'Académie a mis au concours, pour l'année 1909, la question suivante :

Perfectionner, en un point important, l'application des principes de la dynamique des fluides à la théorie de l'hélice.

PRIX BOILEAU (1300fr).

Ce prix *triennal* est destiné à récompenser les recherches sur les mouvements des fluides, jugées suffisantes pour contribuer au progrès de l'Hydraulique.

A défaut, la rente triennale échue sera donnée, à titre d'encouragement, à un savant estimé de l'Académie et choisi parmi ceux qui sont notoirement sans fortune.

L'Académie décernera le prix Boileau dans sa séance annuelle de 1909.

NAVIGATION.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS,

DESTINÉ A RÉCOMPENSER TOUT PROGRÈS DE NATURE A ACCROÎTRE L'EFFICACITÉ DE NOS FORCES NAVALES.

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans sa séance publique annuelle.

PRIX PLUMEY (4000fr).

Ce prix *annuel* est destiné à récompenser « l'auteur du perfectionnement des machines à vapeur ou de toute autre invention qui aura le plus contribué au progrès de la navigation à vapeur ».

ASTRONOMIE.

PRIX PIERRE GUZMAN (100 000^{fr}).

Mme veuve *Guzman* a légué à l'Académie des Sciences une somme de *cent mille francs* pour la fondation d'un prix qui portera le nom de *prix Pierre Guzman*, en souvenir de son fils, et sera décerné à celui qui aura trouvé le moyen de communiquer avec un astre autre que la planète Mars.

Prévoyant que le prix de *cent mille francs* ne serait pas décerné tout de suite, la fondatrice a voulu, jusqu'à ce que ce prix fût gagné, que les intérêts du capital, cumulés pendant cinq années, formassent un prix, toujours sous le nom de *Pierre Guzman*, qui serait décerné à un savant français, ou étranger, qui aurait fait faire un progrès important à l'Astronomie.

Le prix *quinquennal*, représenté par les intérêts du capital, sera décerné, s'il y a lieu, en 1910.

PRIX LALANDE (540^{fr}).

Ce prix *annuel* doit être attribué à la personne qui, en France ou ailleurs, aura fait l'observation la plus intéressante, le Mémoire ou le travail le plus utile aux progrès de l'Astronomie.

PRIX VALZ (460^{fr}).

Ce prix *annuel* est décerné à l'auteur de l'observation astronomique la plus intéressante qui aura été faite dans le courant de l'année.

PRIX DAMOISEAU (2 000^{fr}).

Ce prix est *triennal*. L'Académie met au concours, pour 1908, la question suivante :

Théorie de la planète Eros basée sur toutes les observations connues.

PRIX JANSSEN.

Ce prix *biennal*, qui consiste en une médaille d'or destinée à récompenser la découverte ou le travail faisant faire un progrès important à l'Astronomie physique, sera décerné en 1908.

M. Janssen, dont la carrière a été presque entièrement consacrée aux progrès de l'Astronomie physique, considérant que cette science n'a pas à l'Académie de prix qui lui soit spécialement affecté, a voulu combler cette lacune.

PRIX G. DE PONTÉCOULANT (700fr).

Ce prix *biennal*, destiné à encourager les recherches de Mécanique céleste, sera décerné dans la séance publique annuelle de 1909.

GÉOGRAPHIE.

PRIX GAY (1500fr).

L'Académie a mis au concours pour sujet du prix Gay, qu'elle doit décerner en 1908, la question suivante :

Études géographiques sur le Maroc.

Les Mémoires devront être envoyés au Secrétariat de l'Institut *avant le 1er janvier* 1908.

PRIX TCHIHATCHEF (3000fr).

M. Pierre de Tchihatchef a légué à l'Académie des Sciences la somme de *cent mille francs*.

Dans son testament, M. de Tchihatchef stipule ce qui suit :

« Les intérêts de cette somme sont destinés à offrir *annuellement une* » *récompense ou un encouragement aux naturalistes* de *toute nationalité* qui » se seront le plus distingués dans l'exploration *du* continent asiatique » (ou îles limitrophes), notamment des régions les moins connues et, en » conséquence, à l'exclusion des contrées suivantes : Indes britanniques, » Sibérie proprement dite, Asie Mineure et Syrie, contrées déjà plus ou » moins explorées.

» Les explorations devront avoir pour objet une branche quelconque » des *Sciences naturelles, physiques* ou *mathématiques*.

» Seront exclus les travaux ayant rapport aux autres sciences, telles » que : Archéologie, Histoire, Ethnographie, Philologie, etc.

» Il est bien entendu que les travaux récompensés ou encouragés » devront être le fruit d'observations faites sur les lieux mêmes, et non des » œuvres de simple érudition. »

PRIX BINOUX (2000fr).

Ce prix *annuel*, attribué alternativement à des recherches sur la *Géographie* ou la *Navigation* et à des recherches sur l'*Histoire des Sciences*, sera décerné, en 1908, à l'auteur de travaux sur la *Géographie* ou la *Navigation*.

PRIX DELALANDE-GUÉRINEAU (1000fr).

Ce prix *biennal* sera décerné en 1908 « *au voyageur français ou au savant* » *qui, l'un ou l'autre, aura rendu le plus de services à la France ou à la* » *Science* ».

PRIX GAY (1500fr).

L'Académie met au concours pour sujet du prix Gay, qu'elle doit décerner en 1909, la question suivante :

Étudier la répartition géographique d'une classe de Cryptogames.

Les Mémoires devront être envoyés au Secrétariat de l'Institut *avant le* 1er *janvier* 1909.

PHYSIQUE.

PRIX HÉBERT (1000fr).

Ce prix *annuel* est destiné à récompenser l'auteur du meilleur Traité ou de la plus utile découverte pour la vulgarisation et l'emploi pratique de l'Électricité.

PRIX HUGHES (2500fr).

Ce prix *annuel*, dû à la libéralité du physicien Hughes, est destiné à récompenser l'auteur d'une découverte ou de travaux qui auront le plus contribué au progrès de la Physique.

PRIX GASTON PLANTÉ (3000fr).

Ce prix *biennal* est réservé à l'auteur français d'une découverte, d'une invention ou d'un travail important dans le domaine de l'Électricité. L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, en 1909.

PRIX L. LA CAZE (10000fr).

Ce prix *biennal* sera décerné, dans la séance publique de 1909, à l'auteur, français ou étranger, des Ouvrages ou Mémoires qui auront le plus contribué aux progrès de la Physique. Il ne pourra pas être partagé.

PRIX KASTNER-BOURSAULT (2000fr).

Ce prix *triennal* sera décerné, s'il y a lieu, en 1910, à l'auteur du meilleur travail sur les applications diverses de l'Électricité dans les Arts, l'Industrie et le Commerce.

CHIMIE.

PRIX JECKER (10000fr).

Ce prix *annuel* est destiné à récompenser les travaux les plus propres à hâter les progrès de la *Chimie organique*.

PRIX CAHOURS (3000fr).

M. Auguste Cahours a légué à l'Académie des Sciences la somme de *cent mille francs*.

Conformément aux vœux du testateur, les intérêts de cette somme seront distribués *chaque année*, à titre d'encouragement, à des jeunes gens qui se seront déjà fait connaître par quelques travaux intéressants et plus particulièrement par des recherches sur la Chimie.

PRIX MONTYON (ARTS INSALUBRES).

(Un prix de 2500fr et une mention de 1500fr.)

Il sera décerné chaque année un prix et une mention aux auteurs qui auront trouvé les *moyens de rendre un art ou un métier moins insalubre*.

L'Académie juge nécessaire de faire remarquer que les récompenses dont il s'agit ont expressément pour objet des découvertes et inventions qui diminueraient les dangers des diverses professions ou arts mécaniques.

Les pièces admises au concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée*.

Si la pièce a été produite par l'auteur, il devra indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée; dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

PRIX L. LA CAZE (10000fr).

Ce prix *biennal* sera décerné, dans la séance publique de 1909, à l'auteur, français ou étranger, des meilleurs travaux sur la Chimie. Il ne pourra pas être partagé.

PRIX ALHUMBERT (1000fr).

L'Académie met au concours, pour sujet de ce prix *quinquennal* à décerner en 1910, la question suivante :

Étude expérimentale sur les propriétés électriques des alliages métalliques.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

PRIX FONTANNES (2000fr).

Ce prix *triennal*, attribué *à l'auteur de la meilleure publication paléontologique*, sera décerné, s'il y a lieu, dans la séance publique de 1908.

PRIX BORDIN (3000fr).

L'Académie a mis au concours, pour l'année 1908, la question suivante :

Étude des poissons fossiles du bassin parisien.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

(Prix du Budget : 3000fr.)

L'Académie met au concours, pour l'année 1909, la question suivante :

Les stades d'évolution des plus anciens quadrupèdes trouvés en France.

PRIX DELESSE (1400fr).

Ce prix *biennal*, fondé par Mme Vve Delesse, sera décerné, dans la séance publique de l'année 1909, à l'auteur, français ou étranger, d'un travail concernant les Sciences géologiques, ou, à défaut, d'un travail concernant les Sciences minéralogiques.

BOTANIQUE.

PRIX DESMAZIÈRES (1600fr).

Ce prix *annuel* est attribué « à l'auteur, français ou étranger, du meil-
» leur ou du plus utile écrit, publié dans le courant de l'année précédente,
» sur tout ou partie de la Cryptogamie ».

PRIX MONTAGNE (1500fr).

M. C. Montagne, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie la totalité de ses biens, à charge par elle de distribuer chaque année, sur les arrérages de la fondation, un prix de 1500fr ou deux prix : l'un de 1000fr, l'autre de 500fr, au choix de la *Section de Botanique*, aux auteurs, français ou naturalisés français, de travaux importants ayant pour objet l'anatomie, la physiologie, le développement ou la description des Cryptogames inférieures (Thallophytes et Muscinées).

PRIX DE COINCY (900fr).

M. A.-H. Cornut de Lafontaine de Coincy a légué à l'Académie des Sciences une somme de 30000fr, à la charge par elle de fonder un prix *pour être donné chaque année* à l'auteur d'un *Ouvrage de Phanérogamie* écrit en latin ou en français.

PRIX THORE (200^{fr}).

Ce prix *annuel* est attribué alternativement aux travaux sur les Cryptogames cellulaires d'Europe et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe. (Voir page 1086.)

Il sera décerné, s'il y a lieu, dans la séance annuelle de 1909, au meilleur travail sur les Cryptogames cellulaires d'Europe.

PRIX DE LA FONS-MÉLICOCQ (900^{fr}).

Ce prix *triennal* sera décerné, s'il y a lieu, dans la séance annuelle de 1910, « au meilleur *Ouvrage de Botanique*, manuscrit ou imprimé, *sur* » *le nord de la France*, c'est-à-dire *sur les départements du Nord, du Pas-* » *de-Calais, des Ardennes, de la Somme, de l'Oise et de l'Aisne* ».

ÉCONOMIE RURALE.

PRIX BIGOT DE MOROGUES (1700^{fr}).

Ce prix *décennal* sera décerné, dans la séance annuelle de 1913, à l'Ouvrage qui aura fait faire le plus de progrès à l'Agriculture de France.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

PRIX SAVIGNY (1300^{fr}).

Ce prix *annuel*, fondé par Mlle Letellier pour perpétuer le souvenir de Le Lorgne de Savigny, ancien Membre de l'Institut de France et de l'Insti-

tut d'Égypte, sera employé à aider les jeunes zoologistes voyageurs qui ne recevront pas de subvention du Gouvernement et qui s'occuperont plus spécialement des animaux sans vertèbres de l'Égypte et de la Syrie.

PRIX THORE (200fr).

Voir page 1085.

Ce prix alternatif sera décerné, s'il y a lieu, en 1908, au meilleur travail sur les mœurs et l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe.

PRIX DA GAMA MACHADO (1200fr).

Ce prix *triennal,* attribué aux meilleurs Mémoires sur les parties colorées du système tégumentaire des animaux ou sur la matière fécondante des êtres animés, sera décerné, s'il y a lieu, en 1909.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON.

(Prix de 2500fr, mentions de 1500fr.)

Conformément au testament de M. A. de Montyon, il sera décerné, tous les ans, un ou plusieurs prix aux auteurs des Ouvrages ou des découvertes qui seront jugés les plus utiles à l'*art de guérir*.

L'Académie juge nécessaire de faire remarquer que les prix dont il s'agit ont expressément pour objet des *découvertes* et *inventions* propres à perfectionner la Médecine ou la Chirurgie.

Les pièces admises au Concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée*.

Si la pièce a été produite par l'auteur, il devra indiquer la partie de son

travail où cette découverte se trouve exprimée; dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

PRIX BARBIER (2000^fr).

Ce prix *annuel* est attribué à « l'auteur d'une découverte précieuse dans » les *Sciences chirurgicale, médicale, pharmaceutique*, et dans la *Botanique* » *ayant rapport à l'art de guérir* ».

PRIX BRÉANT (100000^fr).

M. Bréant a légué à l'Académie des Sciences une somme de *cent mille francs* pour la fondation d'un prix à décerner « à celui qui aura trouvé » le moyen de guérir du choléra asiatique ou qui aura découvert les causes » de ce terrible fléau ».

Prévoyant que le prix de *cent mille francs* ne sera pas décerné tout de suite, le fondateur a voulu, jusqu'à ce que ce prix fût gagné, que l'*intérêt du capital* fût donné à la personne qui aura fait avancer la Science sur la question du choléra ou de toute autre maladie épidémique, ou enfin que ce prix pût être gagné par celui qui indiquera le moyen de guérir radicalement les dartres ou ce qui les occasionne.

Les concurrents devront satisfaire aux conditions suivantes :

1° Pour remporter le prix de *cent mille francs*, il faudra : « *Trouver une* » *médication qui guérisse le choléra asiatique dans l'immense majorité des cas* » ;

Ou : « *Indiquer d'une manière incontestable les causes du choléra asiatique, de* » *façon qu'en amenant la suppression de ces causes on fasse cesser l'épidémie* » ;

Ou enfin : « *Découvrir une prophylaxie certaine et aussi évidente que l'est,* » *par exemple, celle de la vaccine pour la variole* ».

2° Pour obtenir le *prix annuel*, représenté par l'intérêt du capital, il faudra, par des procédés rigoureux, avoir démontré dans l'atmosphère l'existence de matières pouvant jouer un rôle dans la production ou la propagation des maladies épidémiques.

Dans le cas où les conditions précédentes n'auraient pas été remplies, le *prix annuel* pourra, aux termes du testament, être accordé à celui qui aura trouvé le moyen de guérir radicalement les dartres, ou qui aura éclairé leur étiologie.

PRIX GODARD (1000fr).

Ce prix *annuel* sera donné au meilleur Mémoire sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie des organes génito-urinaires.

PRIX DU BARON LARREY (750fr).

Ce prix *annuel* sera décerné à un médecin ou à un chirurgien des armées de terre ou de mer pour le meilleur Ouvrage présenté à l'Académie et traitant un sujet de Médecine, de Chirurgie ou d'Hygiène militaire.

PRIX BELLION (1400fr).

Ce prix *annuel*, fondé par Mlle Foehr, sera décerné aux savants « *qui* » *auront écrit des Ouvrages ou fait des découvertes surtout profitables à la* » *santé de l'homme ou à l'amélioration de l'espèce humaine* ».

PRIX MÈGE (10000fr).

Le Dr Jean-Baptiste Mège a légué à l'Académie « *dix mille francs à donner* » *en prix à l'auteur qui aura continué et complété son Essai sur les causes qui* » *ont retardé ou favorisé les progrès de la Médecine, depuis la plus haute anti-* » *quité jusqu'à nos jours*.

» L'Académie des Sciences pourra disposer en encouragements des inté- » rêts de cette somme jusqu'à ce qu'elle pense devoir décerner le prix. »

PRIX SERRES (7500fr).

Ce prix *triennal* « *sur l'Embryologie générale appliquée autant que possible* » *à la Physiologie et à la Médecine* » sera décerné en 1908 par l'Académie au meilleur Ouvrage qu'elle aura reçu sur cette importante question.

PRIX DUSGATE (2500fr).

Ce prix *quinquennal* sera décerné, s'il y a lieu, en 1910, à l'auteur du meilleur Ouvrage sur les signes diagnostiques de la mort et sur les moyens de prévenir les inhumations précipitées.

PRIX CHAUSSIER (10000fr).

Ce prix sera décerné *tous les quatre ans* au meilleur Livre ou Mémoire qui aura paru pendant cette période quadriennale, soit sur la Médecine légale, soit sur la Médecine pratique, et aura contribué à leur avancement.

L'Académie décernera le prix Chaussier en 1911.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON (750fr).

L'Académie décernera *annuellement* ce prix de Physiologie expérimentale à l'Ouvrage, imprimé ou manuscrit, qui lui paraîtra répondre le mieux aux vues du fondateur.

PRIX PHILIPEAUX (900fr).

Ce prix *annuel* est destiné à récompenser des travaux de Physiologie expérimentale.

PRIX LALLEMAND (1800fr).

Ce prix *annuel* est destiné à « récompenser ou encourager les travaux relatifs au système nerveux, dans la plus large acception des mots ».

PRIX MARTIN-DAMOURETTE (1400^{fr}).

Ce prix *biennal*, destiné à récompenser l'auteur d'un Ouvrage de Physiologie thérapeutique, sera décerné, s'il y a lieu, dans la séance publique annuelle de 1908.

PRIX POURAT (1000^{fr}).

(Question proposée pour l'année 1908.)

La destination immédiate de l'énergie consacrée à l'entretien de la vie chez les sujets à sang chaud.

Déterminer, en vue de l'étude expérimentale de cette question, l'influence de la soustraction de l'organisme animal à toute déperdition calorique sur sa dépense énergétique, appréciée d'après les échanges respiratoires.

Les moyens d'empêcher les déperditions de chaleur sont laissés au choix des expérimentateurs. On recommande toutefois l'emploi de l'étuve chauffante à air saturé d'humidité utilisée par Delaroche et Claude Bernard dans leurs recherches sur la mort par échauffement.

Les Mémoires devront être envoyés au Secrétariat de l'Institut *avant le* 1er *janvier* 1908.

PRIX POURAT (1000^{fr}).

(Question proposée pour l'année 1909.)

De l'origine des anti-ferments.

PRIX L. LA CAZE (10000^{fr}).

Ce prix *biennal* sera décerné, dans la séance publique de 1909, à l'auteur, français ou étranger, du meilleur travail sur la Physiologie. Il ne pourra pas être partagé.

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON.

(Un prix de 1000fr et une mention de 500fr.)

L'Académie annonce que, parmi les Ouvrages qui auront pour objet une ou plusieurs questions relatives à la *Statistique de la France*, celui qui, à son jugement, contiendra les recherches les plus utiles sera couronné dans la prochaine séance publique. Elle considère comme admis à ce concours annuel les Mémoires envoyés en manuscrit, et ceux qui, ayant été imprimés et publiés, arrivent à sa connaissance.

HISTOIRE DES SCIENCES.

PRIX BINOUX (2000fr).

Ce prix alternatif sera décerné, en 1909, à l'auteur de travaux sur l'*Histoire des Sciences*.

Voir page 1080.

PRIX GÉNÉRAUX.

MÉDAILLE ARAGO.

L'Académie, dans sa séance du 14 novembre 1887, a décidé la fondation d'une médaille d'or à l'effigie d'Arago.

Cette médaille sera décernée par l'Académie chaque fois qu'une découverte, un travail ou un service rendu à la Science lui paraîtront dignes de ce témoignage de haute estime.

MÉDAILLE LAVOISIER.

L'Académie, dans sa séance du 26 novembre 1900, a décidé la fondation d'une médaille d'or à l'effigie de Lavoisier.

Cette médaille sera décernée par l'Académie, aux époques que son Bureau jugera opportunes et sur sa proposition, aux savants qui auront rendu à la Chimie des services éminents, sans distinction de nationalité.

Dans le cas où les arrérages accumulés dépasseraient le revenu de deux années, le surplus pourrait être attribué, par la Commission administrative, à des recherches ou à des publications originales relatives à la Chimie.

MÉDAILLE BERTHELOT.

L'Académie, dans ses séances du 3 novembre 1902 et du 15 octobre 1906, a décidé la fondation d'une médaille qui porte pour titre : « Médaille Berthelot ».

Un prix biennal de *cinq cents francs* sera attribué, sur la proposition du Bureau de l'Académie, à des recherches de Synthèse chimique. Ce prix sera décerné pour la première fois dans la séance publique de 1908.

En outre chaque année, sur la proposition de son Bureau, l'Académie décernera un certain nombre de « Médailles Berthelot » aux savants qui auront obtenu, cette année-là, des prix de Chimie ou de Physique; à chaque Médaille sera joint un exemplaire de l'Ouvrage intitulé : *La Synthèse chimique*.

PRIX TRÉMONT (1100fr).

Ce prix *annuel* est destiné « à aider dans ses travaux tout savant, ingénieur, artiste ou mécanicien, auquel une assistance sera nécessaire pour atteindre un but utile et glorieux pour la France ».

PRIX GEGNER (3800fr).

Ce prix *annuel* est destiné « à soutenir un savant qui se sera signalé par des travaux sérieux, et qui dès lors pourra continuer plus fructueusement ses recherches en faveur des progrès des Sciences positives ».

PRIX LANNELONGUE (2000fr).

Ce prix *annuel*, fondé par M. le professeur Lannelongue, Membre de l'Institut, sera donné, *au choix de l'Académie et sur la proposition de sa Commission administrative, à une ou deux personnes au plus, dans l'infortune, appartenant elles-mêmes ou par leur mariage, ou par leurs père et mère, au monde scientifique, et de préférence au milieu scientifique médical.*

PRIX WILDE.

(Un prix de 4000fr ou deux prix de 2000fr.)

M. Henry Wilde a fait donation à l'Académie d'une somme de *cent trente-sept mille cinq cents francs*. Les arrérages de cette somme sont consacrés à la fondation à perpétuité d'un prix *annuel* qui porte le nom de *Prix Wilde*.

L'Académie, aux termes de cette donation, a la faculté de décerner, au lieu d'un seul prix de *quatre mille francs*, deux prix de *deux mille francs* chacun.

Ce prix est décerné chaque année par l'Académie des Sciences, sans distinction de nationalité, à la personne dont la découverte ou l'Ouvrage sur l'*Astronomie*, la *Physique*, la *Chimie*, la *Minéralogie*, la *Géologie* ou la *Mécanique expérimentale* aura été jugé par l'Académie le plus digne de récompense, soit que cette découverte ou cet Ouvrage ait été fait dans l'année même, soit qu'il remonte à une autre année antérieure ou postérieure à la donation.

PRIX VICTOR RAULIN (1500fr)

Par un acte en date du 14 août 1905, les héritiers de M. Victor Raulin, en son vivant professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux, ont fait don à l'Académie d'une somme de *quinze cents francs* de rente pour fonder un « prix annuel à sujets alternatifs », devant être « attribué à des Français », dans les conditions suivantes :

Le prix Victor Raulin « a pour but de faciliter la publication de travaux » relatifs aux Sciences naturelles suivantes : 1° Géologie et Paléontologie; » 2° Minéralogie et Pétrographie; 3° Météorologie et Physique du Globe.

» Il sera attribué au travail manuscrit ou imprimé depuis l'attribution du » prix à un travail sur la même branche, qui sera jugé le plus digne, et ne » sera délivré à l'attributaire qu'après la remise par lui à l'Académie d'un » exemplaire imprimé (textes et planches); si le travail primé était manu- » scrit au moment de l'attribution du prix, l'édition portera dans son titre » la mention : « *Académie des Sciences. Prix Victor Raulin.* »

» Celle des trois Sciences précitées à laquelle aurait trait le travail primé » sera déterminée chaque année par l'Académie, sous la seule condition » que pour chaque période de huit années consécutives, dont la première » commencera à la fondation du prix, quatre prix seraient afférents à la » Géologie et deux à chacune des deux autres Sciences. »

L'Académie décernera le prix Victor Raulin pour la première fois, en 1908, à un travail sur le premier sujet : *Géologie et Paléontologie.*

PRIX SAINTOUR (3000fr).

Ce prix *annuel* est décerné par l'Académie dans l'intérêt des Sciences.

PRIX FONDÉ PAR Mme LA MARQUISE DE LAPLACE.

Ce prix, qui consiste dans la collection complète des Ouvrages de Laplace, est décerné, *chaque année*, au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

PRIX FÉLIX RIVOT (2500fr).

Ce prix *annuel* sera partagé entre les quatre élèves sortant chaque année de l'École Polytechnique avec les nos 1 et 2 dans les corps des Mines et des Ponts et Chaussées.

PRIX JÉROME PONTI (3500fr).

Ce prix *biennal* sera accordé, en 1908, à l'auteur d'un travail scientifique dont la continuation ou le développement seront jugés importants pour la Science.

PRIX HOULLEVIGUE (5000fr).

Ce prix est décerné à tour de rôle par l'Académie des Sciences et par l'Académie des Beaux-Arts.

L'Académie le décernera, en 1908, dans l'intérêt des Sciences.

PRIX ESTRADE-DELCROS (8000fr).

M. Estrade-Delcros a légué toute sa fortune à l'Institut. Conformément à la volonté du testateur, ce legs a été partagé, par portions égales, entre les cinq classes de l'Institut, pour servir à décerner, *tous les cinq ans*, un prix sur *le sujet que choisira chaque Académie*.

Ce prix ne peut être partagé. Il sera décerné par l'Académie des Sciences, dans sa séance publique de 1908.

PRIX JEAN-JACQUES BERGER (15000fr).

Le prix Jean-Jacques Berger est décerné successivement par les cinq Académies à l'OEuvre la plus méritante concernant la Ville de Paris; il sera décerné, par l'Académie des Sciences, en 1909.

PRIX CUVIER (1500fr).

Ce prix *triennal*, attribué à l'Ouvrage le plus remarquable sur la Paléontologie zoologique, l'Anatomie comparée ou la Zoologie, sera décerné, dans la séance annuelle de 1909, à l'Ouvrage qui remplira les conditions du concours, et qui aura paru depuis le 1er janvier 1906.

PRIX PARKIN (3400fr).

Ce prix *triennal* est destiné à récompenser des recherches sur les sujets suivants :

« 1° Sur les effets curatifs du carbone sous ses diverses formes et plus » particulièrement sous la forme gazeuse ou gaz acide carbonique, dans » le choléra, les différentes formes de fièvre et autres maladies;

» 2° Sur les effets de l'action volcanique dans la production de maladies » épidémiques dans le monde animal et le monde végétal, et dans celle des » ouragans et des perturbations atmosphériques anormales. »

Le testateur stipule :

« 1° Que les recherches devront être écrites en français, en allemand » ou en italien;

» 2° Que l'auteur du meilleur travail publiera ses recherches à ses pro- » pres frais et en présentera un exemplaire à l'Académie dans les trois » mois qui suivront l'attribution du prix;

» 3° Chaque troisième et sixième année le prix sera décerné à un tra- » vail relatif au premier desdits sujets, et chaque neuvième année à un » travail sur le dernier desdits sujets. »

L'Académie ayant décerné pour la première fois ce prix en 1897, attribuera ce prix triennal, en l'année 1909, *à un travail sur le premier desdits sujets*, conformément au vœu du testateur.

PRIX PETIT D'ORMOY.

(Deux prix de 10 000fr.)

L'Académie a décidé que, sur les fonds produits par le legs Petit d'Ormoy, elle décernera *tous les deux ans* un prix de *dix mille francs* pour les Sciences mathématiques pures ou appliquées, et un prix de *dix mille francs* pour les Sciences naturelles. Elle décernera les prix Petit d'Ormoy, s'il y a lieu, dans sa séance publique de 1909.

PRIX PIERSON-PERRIN (5 000fr).

Ce nouveau prix *biennal*, destiné à récompenser le Français qui aura fait la plus belle découverte physique, telle que la direction des ballons, sera décerné, pour la première fois, à la séance publique de 1909.

PRIX LONCHAMPT (4000fr).

Ce nouveau « prix annuel », fondé par M. Irénée Lonchampt, en vertu de son testament olographe du 19 mai 1896, est destiné à récompenser l'auteur du meilleur Mémoire qui sera présenté à l'Académie sur les maladies de l'homme, des animaux et des plantes, au point de vue plus spécial de l'introduction des substances minérales en excès comme cause de ces maladies.

L'Académie décernera le prix Lonchampt, pour la première fois, dans la séance publique de 1909.

PRIX LECONTE (50 000fr).

Ce prix doit être donné, *en un seul prix, tous les trois ans, sans préférence de nationalité :*

1° Aux auteurs de découvertes nouvelles et capitales en Mathématiques, Physique, Chimie, Histoire naturelle, Sciences médicales;

2° Aux auteurs d'applications nouvelles de ces sciences, applications qui devront donner des résultats de beaucoup supérieurs à ceux obtenus jusque-là.

L'Académie décernera le prix Leconte, s'il y a lieu, en 1910.

PRIX JEAN REYNAUD (10000fr).

Mme Vve Jean Reynaud, « voulant honorer la mémoire de son mari et perpétuer son zèle pour tout ce qui touche aux gloires de la France », a fait donation à l'Institut de France d'une rente sur l'État français, de la somme de *dix mille francs*, destinée à fonder un *prix annuel* qui sera successivement décerné par les cinq Académies « au travail le plus méritant, relevant de chaque classe de l'Institut, qui se sera produit pendant une période de cinq ans ».

« Le prix J. Reynaud, dit la fondatrice, ira toujours à une œuvre originale, élevée et ayant un caractère d'invention et de nouveauté.

» Les Membres de l'Institut ne seront pas écartés du concours.

» Le prix sera toujours décerné intégralement; dans le cas où aucun Ouvrage ne semblerait digne de le mériter entièrement, sa valeur sera délivrée à quelque grande infortune scientifique, littéraire, ou artistique. »

L'Académie des Sciences décernera le prix Jean Reynaud dans sa séance publique de l'année 1911.

PRIX DU BARON DE JOEST (2000fr).

Ce prix, décerné successivement par les cinq Académies, est attribué à celui qui, dans l'année, aura fait la découverte ou écrit l'Ouvrage le plus utile au bien public. Il sera décerné par l'Académie des Sciences dans sa séance publique de 1911.

CONDITIONS COMMUNES A TOUS LES CONCOURS.

Les pièces manuscrites ou imprimées destinées aux divers concours de l'Académie des Sciences doivent être directement adressées par les auteurs au Secrétariat de l'Institut, avec une lettre constatant l'envoi et indiquant le concours pour lequel elles sont présentées.

Les Ouvrages imprimés doivent être envoyés au nombre de deux exemplaires.

Les concurrents doivent indiquer, par une analyse succincte, la partie de leur travail où se trouve exprimée la découverte sur laquelle ils appellent le jugement de l'Académie.

Les concurrents sont prévenus que l'Académie ne rendra aucun des Ouvrages ou Mémoires envoyés aux concours; les auteurs auront la liberté d'en faire prendre des copies au Secrétariat de l'Institut.

Le même Ouvrage ne pourra pas être présenté, la même année, aux concours de deux Académies de l'Institut.

Par une mesure générale, l'Académie a décidé que la clôture de tous les concours aura lieu *le* 31 *décembre de l'année qui précède celle où le concours doit être jugé.*

Le montant des sommes annoncées pour les prix n'est donné qu'à titre d'indication subordonnée aux variations du revenu des fondations.

Nul n'est autorisé à prendre le titre de LAURÉAT DE L'ACADÉMIE, s'il n'a été jugé digne de recevoir un PRIX. Les personnes qui ont obtenu des *récompenses,* des *encouragements* ou des *mentions,* n'ont pas droit à ce titre.

Nota. — L'Académie a supprimé, depuis l'année 1902, la formalité qui rendait *obligatoire* l'anonymat pour certains concours, avec dépôt d'un pli cacheté contenant le nom de l'auteur. Cette formalité est devenue *facultative.*

LECTURES.

M. **Berthelot**, Secrétaire perpétuel, lit une Notice historique sur la vie et les travaux de **Ferdinand Fouqué**, Membre de la Section de Minéralogie.

M. B. et G. D.

TABLEAUX

DES PRIX DÉCERNÉS ET DES PRIX PROPOSÉS

DANS LA SÉANCE DU LUNDI 17 DÉCEMBRE 1906.

TABLEAU DES PRIX DÉCERNÉS.

ANNÉE 1906.

PRIX PROPOSÉS

pour les années 1908, 1909, 1910, 1911, 1912 *et* 1913.

BOTANIQUE.

ÉCONOMIE RURALE.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PHYSIOLOGIE.

STATISTIQUE.

HISTOIRE DES SCIENCES.

PRIX GÉNÉRAUX.

TABLEAU PAR ANNÉE

DES PRIX PROPOSÉS POUR 1908, 1909, 1910, 1911, 1912 ET 1913

1908

GÉOMÉTRIE.

Grand prix des Sciences mathématiques. — Réaliser un progrès important dans l'étude de la déformation de la surface générale du second degré.

Prix Francœur. — Découvertes ou travaux utiles au progrès des Sciences mathématiques pures et appliquées.

Prix Poncelet. — Ce prix alternatif sera attribué à un Ouvrage sur les Mathématiques pures.

MÉCANIQUE.

Prix Montyon.

Prix Fourneyron. — Étude théorique ou expérimentale des turbines à vapeur.

NAVIGATION.

Prix extraordinaire de six mille francs. — Progrès de nature à accroître l'efficacité de nos forces navales.

Prix Plumey. — Décerné à l'auteur du perfectionnement des machines à vapeur ou de toute autre invention qui aura le plus contribué aux progrès de la navigation à vapeur.

ASTRONOMIE.

Prix Pierre Guzman. — Décerné à celui qui aura trouvé le moyen de communiquer avec un astre autre que Mars.

A défaut de ce prix, les intérêts cumulés pendant cinq ans seront attribués, en 1910, à un savant qui aura fait faire un progrès important à l'Astronomie.

Prix Lalande.

Prix Valz.

Prix Damoiseau. — Théorie de la planète basée sur toutes les observations connues.

Prix Janssen. — Une médaille d'or destinée à récompenser la découverte ou le travail faisant faire un progrès important à l'Astronomie physique.

GÉOGRAPHIE.

Prix Gay. — Études géographiques sur le Maroc.

Prix Tchihatchef. — Destiné aux naturalistes de toute nationalité qui auront fait, sur le continent asiatique (ou îles limitrophes), des explorations ayant pour objet une branche quelconque des Sciences naturelles, physiques ou mathématiques.

Prix Binoux. — Géographie et Navigation.

Prix Delalande-Guérineau.

PHYSIQUE.

Prix Hébert. — Décerné à l'auteur du meilleur traité ou de la plus utile découverte pour la vulgarisation et l'emploi pratique de l'Électricité.

Prix Hughes. — Décerné à l'auteur d'une découverte ou de travaux qui auront le plus contribué aux progrès de la Physique.

CHIMIE.

Prix Jecker. — Chimie organique.

Prix Cahours.

Prix Montyon. — Arts insalubres.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

Prix Fontannes. — Ce prix sera décerné à l'auteur de la meilleure publication paléontologique.

Bordin (Sciences physiques). — Étude des poissons fossiles du bassin parisien.

BOTANIQUE.

Prix Desmazières. — Décerné à l'auteur de l'Ouvrage le plus utile sur tout ou partie de la Cryptogamie.

Prix Montagne. — Décerné aux auteurs de travaux importants ayant pour objet l'Anatomie, la Physiologie, le développement ou la description des Cryptogames inférieures.

Prix de Coincy. — Décerné à un Ouvrage de Phanérogamie écrit en latin ou en français.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

Prix Savigny, fondé par M[lle] Letellier. — Décerné à de jeunes zoologistes voyageurs qui ne recevront pas de subvention du Gouvernement et qui s'occuperont plus spécialement des animaux sans vertèbres de l'Égypte et de la Syrie.

Prix Thore. — Décerné aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

Prix Montyon.

Prix Barbier. — Décerné à celui qui fera une découverte précieuse dans les Sciences chirurgicale, médicale, pharmaceutique, et dans la Botanique ayant rapport à l'art de guérir.

Prix Bréant. — Décerné à celui qui aura trouvé le moyen de guérir le choléra asiatique.

Prix Godard. — Sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie des organes génito-urinaires.

Prix du baron Larrey. — Sera décerné à un médecin ou à un chirurgien des armées de terre ou de mer pour le meilleur Ouvrage présenté à l'Académie et traitant un sujet de Médecine, de Chirurgie ou d'Hygiène militaire.

Prix Bellion, fondé par M[lle] Foehr. — Décerné à celui qui aura écrit des Ouvrages ou fait des découvertes surtout profitables à la santé de l'homme ou à l'amélioration de l'espèce humaine.

Prix Mège. — Décerné à celui qui aura continué et complété l'essai du D[r] Mège sur les causes qui ont retardé ou favorisé les progrès de la Médecine.

Prix Serres. — Décerné au meilleur Ouvrage sur l'Embryologie générale appliquée autant que possible à la Physiologie et à la Médecine.

PHYSIOLOGIE.

Prix Montyon. — Physiologie expérimentale.

Prix Philipeaux. — Physiologie expérimentale.

Prix Lallemand. — Destiné à récompenser ou encourager les travaux relatifs au système nerveux, dans la plus large acception des mots.

Prix Martin-Damourette. — Physiologie thérapeutique.

Prix Pourat. — La destination immédiate de l'énergie consacrée à l'entretien de la vie chez les sujets à sang chaud.

STATISTIQUE.

Prix Montyon.

PRIX GÉNÉRAUX.

Médaille Arago. — Cette médaille sera décernée par l'Académie chaque fois qu'une découverte, un travail ou un service rendu à la Science lui paraîtront dignes de ce témoignage de haute estime.

Médaille Lavoisier. — Cette médaille sera décernée par l'Académie tout entière, aux époques que son Bureau jugera opportunes et sur sa proposition, aux savants qui auront rendu à la Chimie des services éminents, sans distinction de nationalité.

Médaille Berthelot. — Attribuée, sur la proposition du Bureau de l'Académie, à des recherches de Synthèse chimique et à des lauréats de prix de Chimie et de Physique.

Prix Trémont. — Destiné à tout savant, artiste ou mécanicien auquel une assistance sera nécessaire pour atteindre un but utile et glorieux pour la France.

Prix Gegner. — Destiné à soutenir un savant qui se sera distingué par des travaux sérieux poursuivis en faveur du progrès des Sciences positives.

Prix Lannelongue. — Donné pour un but utile, de préférence toutefois pour une œuvre humanitaire d'assistance.

Prix H. Wilde.

Prix Victor Raulin.

Prix Saintour.

Prix Jérôme Ponti.

Prix Houllevigue.

Prix Estrade-Delcros.

Prix Laplace. — Décerné au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

Prix Rivot. — Partagé entre les quatre élèves sortant chaque année de l'École Polytechnique avec les n[os] 1 et 2 dans les corps des Mines et des Ponts et Chaussées.

1909

Prix Bordin. — L'invariant absolu qui représente le nombre des intégrales doubles distinctes de seconde espèce d'une surface algébrique dépend d'un invariant relatif ρ, qui joue un rôle important dans la théorie des intégrales de différentielles totales de troisième espèce et dans celle des courbes algébriques tracées sur la surface. On propose de faire une étude approfondie de cet invariant, et de chercher notamment comment on pourrait trouver sa valeur exacte, au moins pour des catégories étendues de surfaces.

Prix Poncelet. — Décerné à l'auteur de l'Ouvrage le plus utile au progrès des Sciences mathématiques appliquées.

Prix Vaillant. — Perfectionner, en un point important, l'application de principes de la dynamique des fluides à la théorie de l'hélice.

Prix Boileau. — Hydraulique.

Prix G. de Pontécoulant. — Mécanique céleste.

Prix Gay. — Étudier la répartition géographique d'une classe de Cryptogames.

Prix Gaston Planté. — Destiné à l'auteur français d'une découverte, d'une invention ou d'un travail important dans le domaine de l'Électricité.

Prix La Caze. — Décerné aux Ouvrages ou Mémoires qui auront le plus contribué aux progrès de la Physique, de la Chimie et de la Physiologie.

Grand prix des Sciences physiques. — Les stades d'évolution des plus anciens quadrupèdes trouvés en France.

Prix Delesse. — Décerné à l'auteur, français ou étranger, d'un travail concernant les Sciences géologiques ou, à défaut, d'un travail concernant les Sciences minéralogiques.

Prix Thore. — Décerné au meilleur travail sur les Cryptogames cellulaires d'Europe.

Prix Da Gama Machado. — Décerné aux meilleurs Mémoires sur les parties colorées du système tégumentaire des animaux ou sur la matière fécondante des êtres animés.

Prix Pourat. — De l'origine des anti-ferments.

Prix Binoux. — Histoire des Sciences.

Prix J.-J. Berger. — Décerné à l'œuvre la plus méritante concernant la Ville de Paris.

Prix Cuvier. — Destiné à l'Ouvrage le plus remarquable soit sur le règne animal, soit sur la Géologie.

Prix Parkin. — Destiné à récompenser, cette année, des recherches sur les effets curatifs du carbone sous ses diverses formes.

Prix Petit d'Ormoy. — Sciences mathématiques pures ou appliquées et Sciences naturelles.

Prix Pierson-Perrin. — Décerné au Français qui aura fait la plus belle découverte physique.

Prix Longchampt.

1910

Prix Kastner-Boursault. — Décerné à l'auteur du meilleur travail sur les applications diverses de l'Électricité dans les Arts, l'Industrie et le Commerce.

Prix Alhumbert. — Étude expérimentale sur les propriétés électriques des alliages métalliques.

Prix de la Fons-Mélicocq. — Décerné au meilleur Ouvrage de Botanique sur le nord de la France, c'est-à-dire sur les départements du Nord, du Pas-de-Calais, des Ardennes, de la Somme, de l'Oise et de l'Aisne.

Prix Dusgate. — Décerné au meilleur Ouvrage sur les signes diagnostiques de la mort et sur les moyens de prévenir les inhumations précipitées.

Prix Leconte. — Décerné : 1° aux auteurs de découvertes nouvelles et capitales en Mathématiques, Physique, Chimie, Histoire naturelle, Sciences médicales ; 2° aux auteurs d'applications nouvelles de ces sciences, applications qui devront donner des résultats de beaucoup supérieurs à ceux obtenus jusque-là.

1911

Prix Chaussier. — Décerné à l'auteur du meilleur Ouvrage, soit sur la Médecine légale, soit sur la Médecine pratique, qui aura paru pendant les quatre années qui auront précédé le jugement de l'Académie.

Prix Jean Reynaud. — Décerné à l'auteur du Travail le plus méritant qui se sera produit pendant une période de cinq ans.

Prix du Baron de Joest. — Décerné à celui qui, dans l'année, aura fait la découverte ou écrit l'Ouvrage le plus utile au bien public.

1912

PRIX PARKIN. — Sur les effets de l'action volcanique dans la production de maladies épidémiques dans le monde animal et le monde végétal, et dans celle des ouragans et des perturbations atmosphériques anormales.

1913

PRIX BIGOT DE MOROGUES. — Décerné à l'auteur de l'Ouvrage qui aura fait faire le plus de progrès à l'Agriculture en France.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 DÉCEMBRE 1906,

PRÉSIDENCE DE M. H. POINCARÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la détermination des intégrales des équations du type elliptique par certaines conditions aux limites.* Note de M. **Émile Picard.**

1. Dans une Note récente (*Comptes rendus*, 26 novembre 1906), j'ai traité de la détermination de l'intégrale de l'équation

$$\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} = f(x, y) V,$$

continue dans un contour et pour laquelle $\frac{dV}{dn}$ prend des valeurs données sur un contour C. J'ai ajouté que la même méthode pouvait s'appliquer à l'équation générale

$$(1) \qquad \frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} + a\frac{\partial V}{\partial x} + b\frac{\partial V}{\partial y} + cV = 0,$$

où a, b, c sont des fonctions de x et y, la dérivée normale (intérieure) $\frac{dV}{dn}$ sur le bord étant toujours la donnée de la question.

Cette extension présentant quelques points délicats, je les indiquerai ici très succinctement.

2. En désignant par $G(\xi, \eta; x, y)$ la fonction classique de Green relative au contour C, dont le point singulier est (x, y), j'envisage la fonction de x et y

$$V(x, y) - \frac{1}{2\pi}\iint\left[a(\xi, \eta)\frac{\partial V}{\partial \xi} + b(\xi, \eta)\frac{\partial V}{\partial \eta} + c(\xi, \eta)V\right] G(\xi, \eta; x, y)\, d\xi\, d\eta,$$

que je désignerai par $U(x, y)$; cette fonction U est évidemment harmonique si V satisfait à l'équation (1). On peut encore écrire, après une intégration par parties,

$$(2)\quad U(x,y) = V + \frac{1}{2\pi}\int\int\left[\frac{\partial(aG)}{\partial\xi} + \frac{\partial(bG)}{\partial\eta} - cG\right]V(\xi,\eta)\,d\xi\,d\eta.$$

Il faut déterminer la fonction harmonique U par la condition que $\frac{dV}{dn}$ ait une valeur donnée (intérieure) sur le bord.

3. Il n'est pas possible de tirer ici immédiatement (a et b n'étant pas nuls) de l'équation (2) la valeur de V en fonction de U au moyen des formules usuelles, car la quantité entre crochets devient infinie comme $\frac{1}{r}$ pour $x=\xi$, $y=\eta$, en désignant par r la distance de (x, y) à (ξ, η). Mais cette difficulté peut être surmontée, en faisant une sorte d'itération, comme on le fait précisément dans des cas analogues relatifs à l'équation fonctionnelle de Fredholm. On remplacera donc dans (2), sous le signe d'intégration, $V(\xi, \eta)$ par

$$U(\xi,\eta) - \frac{1}{2\pi}\int\int\left[\frac{\partial(aG)}{\partial\xi'} + \frac{\partial(bG)}{\partial\eta'} - c(\xi',\eta')G(\xi',\eta';\xi,\eta)\right]V(\xi',\eta')\,d\xi'\,d\eta'.$$

On obtient alors une équation

$$(3)\quad \begin{cases} V(x,y) + \int\int f(\xi,\eta;x,y)\,V(\xi,\eta)\,d\xi\,d\eta \\ \quad = U(x,y) - \frac{1}{2\pi}\int\int\left[\frac{\partial(aG)}{\partial\xi} + \frac{\partial(bG)}{\partial\eta} - cG\right]U(\xi,\eta)\,d\xi\,d\eta, \end{cases}$$

où la fonction $f(\xi, \eta; x, y)$, facile à former, devient seulement infinie en (x, y) comme $\log[(\xi-x)^2+(\eta-y)^2]$.

On peut alors se servir de l'équation (3) pour avoir explicitement V en fonction de U.

4. Il faut voir maintenant si l'on pourra prendre facilement sur le bord la dérivée normale (intérieure) de la fonction qui est dans le second membre, en supposant que $U(x, y)$ soit une fonction harmonique que l'on mettra sous la forme d'un potentiel de simple couche,

$$(4)\qquad U(\xi,\eta) = \int \rho(\sigma)\log\frac{1}{r'}\,d\sigma,$$

où $r'^2 = (\xi - x')^2 + (\eta - y')^2$, en désignant par (x', y') le point du contour correspondant à l'arc σ.

C'est une question qui demande quelque attention, mais qui ne présente pas de sérieuses difficultés. On arrive ainsi à établir que, en un point du contour, la dérivée normale (intérieure) $\frac{dV}{dn}$ de la fonction V tirée de l'équation (2), où U a la valeur (4), est susceptible de se mettre, à un facteur près, sous la forme

$$\rho(s) + \int F(s, \sigma)\rho(\sigma)\,d\sigma,$$

$F(s, \sigma)$ étant une fonction connue devenant infiniment grande seulement comme $\log|s-\sigma|$; on désigne ici par s l'arc de C fixant la position du point. On est donc ramené à une équation de Fredholm.

Il est évident que la même méthode est applicable si, au lieu de $\frac{dV}{dn}$, on se donne sur le bord la valeur de la somme

$$\frac{dV}{dn} + kV.$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles du second ordre à points critiques fixes.* Note de M. **Paul Painlevé.**

1. J'ai indiqué une méthode pour former toutes les équations différentielles (algébriques) du second ordre à points critiques fixes. Cette méthode se décompose, en réalité, en deux méthodes distinctes : la première, qui s'étend aux équations d'ordre quelconque, met en évidence un certain ensemble de conditions *nécessaires* pour que les points critiques soient fixes; la seconde, toute différente, a pour objet de démontrer que, dans le cas du *second* ordre, ces conditions sont *suffisantes*. J'ai appliqué explicitement cette méthode aux équations de second ordre résolues par rapport à y'', et même aux équations plus générales de la forme

$$y'' = R(y', y, x) \tag{1}$$

où R est *rationnel* en y', *algébrique* en y, *analytique* en x.

Quand une équation (1) a ses points critiques fixes, elle est nécessairement de la forme

$$y'' = A(y, x)y'^2 + B(y, x)y'^2 + C(y, x)$$

et, moyennant une transformation $y = \frac{a(x)Y + b(x)}{c(x)Y + d(x)}$ déterminable algébri-

quement, A peut recevoir une des huit formes suivantes

$$A \equiv 0, \qquad A \equiv \frac{1}{y}, \qquad A = \frac{1 - \frac{1}{n}}{y} \quad (n \text{ entier} > 1), \qquad A = \frac{1}{2y} + \frac{1}{y-1},$$
$$A = \frac{2}{3}\left(\frac{1}{y} + \frac{1}{y-1}\right), \qquad A = \frac{3}{4}\left(\frac{1}{y} + \frac{1}{y-1}\right),$$
$$A = \frac{2}{3y} + \frac{1}{2(y-1)}, \qquad A = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{y} + \frac{1}{y-1} + \frac{1}{y-h(x)}\right).$$

D'où huit cas à distinguer, qui se décomposent eux-mêmes en nombreux sous-cas, etc. La discussion est à la fois très délicate et très minutieuse.

M. Gambier, qui poursuit avec beaucoup de pénétration et de persévérance la revision des Tableaux que j'ai publiés dans les *Acta*, a vérifié que ces Tableaux sont complets dans les deux premiers cas $\left(A = 0,\, A = \frac{1}{y}\right)$; mais, dans le troisième cas $\left[A = \left(1 - \frac{1}{n}\right)y\right]$, j'ai laissé échapper un des sous-cas les plus importants, et, comme la discussion de ce troisième cas sert de point de départ à la discussion des cas suivants, cette lacune entraîne dans ceux-ci des lacunes correspondantes, en sorte que tous les Tableaux, à partir du troisième cas, sont à compléter.

M. Gambier a terminé la revision des quatre premiers cas et du huitième (¹). Ses conclusions se résument ainsi :

Toutes les équations (1) *à points critiques fixes qui ne sont pas intégrables ou réductibles aux équations linéaires se ramènent algébriquement à un des six types* (où α, β, γ, δ désignent des constantes quelconques) :

(I) $\quad y'' = 6y^2 + x,$

(II) $\quad y'' = 2y^3 + xy + \alpha,$

(III) $\quad y'' = \frac{y'^2}{y} - \frac{y'}{x} + \frac{1}{x}(\alpha y^2 + \beta) + \gamma y^3 + \frac{\delta}{y},$

(IV) $\quad y'' = \frac{y'^2}{2y} + \frac{3}{2}y^3 + 4xy^2 + 2(x^2 - \alpha)y + \frac{\beta}{y},$

(¹) Voir les *Comptes rendus* (avril et novembre 1906). Selon toutes vraisemblances, la revision des cinquième, sixième et septième cas, que M. Gambier achève en ce moment, n'introduira pas d'équations (irréductibles) distinctes des six types d'équations qui suivent.

$$(\text{V})\quad \begin{cases} y'' = y'^2\left(\dfrac{1}{2y} + \dfrac{1}{y-1}\right) - \dfrac{y'}{x} + \dfrac{\alpha}{x^2}y(y-1)^2 \\ \qquad + \dfrac{\beta}{x^2}\dfrac{(y-1)^2}{y} + \dfrac{\gamma y}{x} + \dfrac{\delta y(y+1)}{y-1}, \end{cases}$$

$$(\text{VI})\quad \begin{cases} y'' = \dfrac{1}{2}\left(\dfrac{1}{y} + \dfrac{1}{y-1} + \dfrac{1}{y-x}\right)y'^2 - \left(\dfrac{1}{x} + \dfrac{1}{x-1}\ \dfrac{1}{y-x}\right)y' \\ \qquad + \dfrac{y(y-1)(y-x)}{x^2(x-1)^2}\left[\alpha + \dfrac{\beta x}{y^2} + \dfrac{\gamma(x-1)}{(y-1)^2} + \dfrac{\delta x(x-1)}{(y-x)^2}\right]. \end{cases}$$

Par suite de l'omission signalée, mes Tableaux ne renfermaient pas l'équation (IV); ils ne renfermaient l'équation (V) que dans le cas où $\alpha = \beta = 0$, et l'équation (VI) que dans le cas où $\alpha = \beta = \gamma = 0$, $\delta = \frac{1}{2}$.

Dans l'équation (III), il est loisible de supposer $\delta = 0$ ou 1, $\gamma = 0$ ou 1; dans l'équation (V), $\delta = 0$ ou 1. Les équations (III) et (IV) dépendent donc de deux *modules* irréductibles α, β; l'équation (V) de trois; l'équation (VI) de quatre. Cette dernière équation a été déjà rencontrée par M. R. Fuchs (¹) dans des recherches sur lesquelles je reviendrai dans une prochaine Communication.

2. *Les six équations précédentes ont-elles effectivement leurs points critiques fixes?* C'est ce que j'ai démontré pour les équations (I), (II) et (III). Quant aux équations (IV), (V) et (VI), il suffit de leur appliquer la même méthode de démonstration.

Considérons, par exemple, l'équation (VI). Elle admet deux familles d'intégrales (dépendant d'une constante arbitraire) qui, pour $x = a$, prennent la valeur singulière $y = 0$. Une remarque analogue s'applique aux autres valeurs singulières $y = 1$, $y = x$, $y = \infty$. La méthode consiste alors à former un polygone *du second degré* en $\dfrac{dy}{dx}$, rationnel en y et x, et qui prenne une valeur *arbitraire* pour $x = a$ quand on y remplace y par une intégrale quelconque de (VI) prenant pour $x = a$ une des valeurs 0, 1, x ou ∞. Les procédés que j'ai indiqués fournissent aussitôt une telle expression (²), à savoir

$$(2)\qquad v = u + \frac{y'}{y+g},$$

avec

$$(3)\quad u = \frac{x(x-1)y'^2}{2y(y-1)(y-x)} - \frac{\alpha y}{x(x-1)} + \frac{\beta}{(x-1)y} + \frac{\gamma}{x(y-1)} - \frac{y'-\delta}{y-x},$$

(¹) *Comptes rendus*, 2 octobre 1905.

(²) Cette expression n'est pas unique.

g désignant une constante choisie arbitrairement. Si l'on calcule u' on trouve

$$(4)\quad \left\{\begin{aligned} u' = {} & \frac{y'^2}{2}\left[\frac{1-x}{xy} + \frac{x}{(x-1)y} - \left(\frac{1}{x} + \frac{1}{x-1}\right)\frac{1}{y-x}\right] \\ & + \frac{y'}{y-x}\left(\frac{1}{x} + \frac{1}{x-1}\right) + \frac{\alpha y}{x^2(x-1)^2}(2x-y) \\ & - \frac{(x-1+y)}{x(x-1)}\left[\frac{\beta}{(x-1)y} + \frac{\gamma}{x(y-1)} + \frac{\delta}{y-x}\right], \end{aligned}\right.$$

d'où

$$(5)\qquad v' = u' + \frac{y''}{y+g} - \frac{y'^2}{(y+g)^2},$$

y'' devant être remplacé ici par le second membre de (VI).

Ces égalités montrent que, pour $y' = \infty$ et y arbitraire, l'expression $w = \frac{v'}{v}$ reste finie. D'autre part, remplaçons y' en fonction de v, y, x dans (4) et (5); v' devient une fonction à deux branches de v, y, x, et un calcul tout élémentaire montre que, pour y voisin de zéro, ces deux branches sont de la forme $\frac{A(x)}{v} + y(\ldots)$; une remarque analogue s'applique aux valeurs $y = 1$, $y = x$, $y = \infty$.

Pour démontrer que l'équation (VI) n'a d'autres singularités mobiles que des *pôles*, il suffit dès lors de répéter, sans en changer un mot, le raisonnement que j'ai développé à propos de l'équation (I) (*Bulletin des Sciences mathématiques*, t. XXVIII, 1900, p. 34-38).

De plus, l'expression u n'a que des pôles simples et de résidu égal à $+1$. Si donc l'on pose $U = e^{\int u\,dx}$, $U(x)$ n'a aucune singularité en dehors des points fixes $x = 0$, $x = 1$, $x = \infty$ [1]. Cette fonction vérifie une équation différentielle algébrique du troisième ordre facile à former, et l'intégrale générale y de (VI) se laisse ainsi définir par le quotient de deux fonctions n'ayant que les trois points singuliers 0, 1, ∞, et définies à l'aide d'une équation différentielle algébrique du troisième ordre.

3. On construit sans peine, pour les équations (V) et (IV), des expressions analogues à u et à v. Mais la chose est inutile, car nous allons montrer que *les équations* (I), (II), (III), (IV) *et* (V) *sont des dégénérescences de* (VI).

Montrons d'abord que l'*équation* (V) *est une dégénérescence de* (VI).

---

[1] On peut obtenir trois autres expressions analogues à u, en faisant jouer à $y = 0$, ou à $y = 1$ ou à $y = x$ le rôle que joue $y = \infty$ dans u.

Posons, dans (VI),

$$\delta = \frac{\delta_1}{\varepsilon^2}, \qquad \gamma = -\frac{\delta_1}{\varepsilon^2} + \frac{\gamma_1}{\varepsilon}, \qquad x = 1 + \varepsilon X;$$

la nouvelle équation a ses points critiques fixes pour toute valeur numérique non nulle donnée à ε, donc pour $\varepsilon = 0$; or elle peut s'écrire

$$\text{(VI } bis\text{)} \quad \left\{ \begin{aligned} y''_{X^2} &= y'^2_X\left(\frac{1}{y} + \frac{1}{y-1}\right) - \frac{y'_X}{X} \\ &+ \frac{(y-1)^2}{X^2}\left(\alpha y + \frac{\beta}{y}\right) + \frac{\gamma y}{X} + \frac{\delta y(y+2)}{y-1} + \varepsilon(\ldots). \end{aligned} \right.$$

Pour $\varepsilon = 0$, elle coïncide avec (V).

4. Montrons maintenant que (III) *et* (IV) *sont dégénérescences de* (V). Faisons dans (V)

$$\beta = -\frac{\beta_1}{\varepsilon^2}, \qquad \alpha = \frac{\beta_1}{\varepsilon^2} + \frac{\alpha_1}{\varepsilon}, \qquad \gamma = \frac{\gamma_1}{\varepsilon}, \qquad \delta = \frac{\delta_1}{\varepsilon^2}, \qquad y = 1 + \varepsilon Y;$$

l'équation devient

$$Y'' = \frac{Y'^2}{Y} - \frac{Y'}{x} + \frac{Y^2}{x^2}(\alpha_1 + 2\beta_1 Y) + \frac{\gamma_1}{x} + \frac{\delta_1}{Y} + \varepsilon(\ldots);$$

pour $\varepsilon = 0$, elle a ses points critiques fixes et se ramène à (III) par la transformation

$$x = \xi^2, \qquad Y = \eta\xi.$$

Faisons de même, dans (V),

$$\alpha = \frac{1}{2\varepsilon^4}, \qquad \gamma = -\frac{1}{\varepsilon^4}, \qquad \delta = \frac{1}{2\varepsilon^4} + \frac{\delta_1}{\varepsilon^2}, \qquad y = \varepsilon Y, \qquad x = 1 + \varepsilon X;$$

il vient

$$Y''_{X^2} = \frac{Y'^2_X}{2Y} + \frac{3}{2}Y^3 + 2XY^2 + Y\left(\frac{X^2}{2} + \delta_1\right) + \frac{\beta}{Y} + \varepsilon(\ldots);$$

pour $\varepsilon = 0$, cette équation a ses points critiques fixes et se ramène à (IV) par la transformation

$$X = \xi\sqrt{2}, \qquad Y = \frac{\eta}{\sqrt{2}}.$$

5. Montrons enfin que (II) est une dégénérescence de (III) et de (IV) Faisons, dans (III),

$$\gamma = -\delta = \frac{1}{4\varepsilon^6}, \qquad \alpha = \frac{-1}{2\varepsilon^6}, \qquad \beta = \frac{1}{2\varepsilon^6}(1 + 4\beta_1\varepsilon^3),$$
$$x = 1 + \varepsilon^2 X, \qquad y = 1 + 2\varepsilon Y;$$

il vient

$$Y''_{X^2} = 2Y^3 + YX + \beta_1 + \varepsilon\{\ldots\};$$

pour $\varepsilon = 0$, l'équation coïncide avec (II).

Faisons de même dans (IV) :

$$\beta = -\frac{1}{2\varepsilon^8}, \qquad \alpha = -\frac{1}{2\varepsilon^4} - \frac{\alpha_1}{\varepsilon}, \qquad y = \frac{1}{\varepsilon^2}(1 + 2\varepsilon Y),$$

$$x = -\frac{1}{\varepsilon^2}(1 - \varepsilon^2 X);$$

il vient

$$Y''_{X^2} = 8Y^3 + 4XY + \alpha_1 + \varepsilon\{\ldots\};$$

pour $\varepsilon = 0$, l'équation se ramène à (II) par la transformation

$$Y = \frac{\eta}{\sqrt[3]{2}}, \qquad X = \frac{\sqrt[3]{2}}{2}\xi.$$

6. En définitive, (V) est une dégénérescence de (VI); (IV) et (III) sont dégénérescences de (V); (II) est dégénérescence de (III) et de (IV).

D'autre part, les équations (I) et (II) peuvent être rassemblées dans le type unique

$$y'' = \alpha y^3 + 6y^2 + \frac{\alpha}{12}xy + x;$$

autrement dit, (I) est un cas particulier de (II). Comme j'ai montré que l'équation (I) est *irréductible*, au sens le plus général du terme (sens de M. Drach), il suit de là que *les cinq équations* (II), ..., (VI) *sont absolument irréductibles*, sauf peut-être pour des valeurs exceptionnelles de α, β, γ, δ. Comme on connaît un *multiplicateur* de chacune de ces équations, le sens précis de ce théorème est le suivant : Au point de vue de l'intégration formelle, les équations (I), ..., (VI) (pour α, β, γ, δ arbitraires) appartiennent à la même classe que l'équation *la plus générale* $y'' = R(x, y)$, où R est rationnel en x, y.

De plus, les formules de dégénérescence permettent aisément de déduire des expressions u et v formées pour (VI) les expressions analogues qui correspondent aux cinq autres équations. En particulier, $y(x)$ se laisse représenter par le quotient de deux fonctions qui sont entières pour (I), (II) et (IV) et qui n'ont d'autres singularités que $x = 0$ et $x = \infty$ pour (III) et (V). Ces fonctions dépendent d'une équation différentielle algébrique du troisième ordre. Si, dans (III) et (V), on pose $x = e^\xi$, y devient une fonction méromorphe de ξ, quotient de deux fonctions entières. Pour (I), (II) et (III), on retombe ainsi sur la représentation des intégrales que j'ai indiquée jadis.

Enfin, considérons la différentielle elliptique $\frac{dy}{\sqrt{y(y-1)(y-x)}}$, et soient $\omega_1(x)$, $\omega_2(x)$ ses demi-périodes, correspondant aux demi-lacets $(\infty, 0)$,

$(\infty, 1)$; posons $\frac{\omega_2}{\omega_1} = \xi$, et soit $x = \varphi(\xi)$, fonction modulaire de ξ. Si l'on remplace x en ξ dans (VI), y devient une fonction de ξ représentable par le quotient de deux fonctions holomorphes au-dessus et au-dessous de l'axe réel (coupure essentielle), ces deux fonctions dépendant d'une équation différentielle du troisième ordre.

Posons :

$$z = \frac{1}{\omega_1} \int_\infty^y \frac{dy}{\sqrt{y(y-1)(y-x)}} \qquad \frac{\omega_2}{\omega_1} = \xi;$$

y est une fonction elliptique du deuxième ordre de z bien définie par les conditions suivantes : elle a comme demi-périodes 1 et ξ, elle admet $z = 0$ comme pôle double, elle est nulle pour $z = 1$ et égale à 1 pour $z = \xi$. Soit $y = f(z, \xi)$ cette fonction elliptique de z et soit f' sa dérivée par rapport à z; la fonction $y(\xi)$, définie par (VI) quand on y remplace x par la fonction modulaire $\varphi(\xi)$, vérifie le système :

$$y = f(z, \xi), \qquad z''_{\xi^2} = \frac{\varphi'(\xi)}{\varphi(\varphi - 1)}\left[\alpha f'(\eta, \xi) - \beta f'(\eta + 1, \xi) + \gamma f'(\eta + \xi, \xi) + \left(\tfrac{1}{2} - \delta\right) f'(\eta + 1 + \xi, \xi)\right].$$

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *Travaux magnétiques à Tananarive ville et banlieue*. Note de M. **Ed.-El. Colin**.

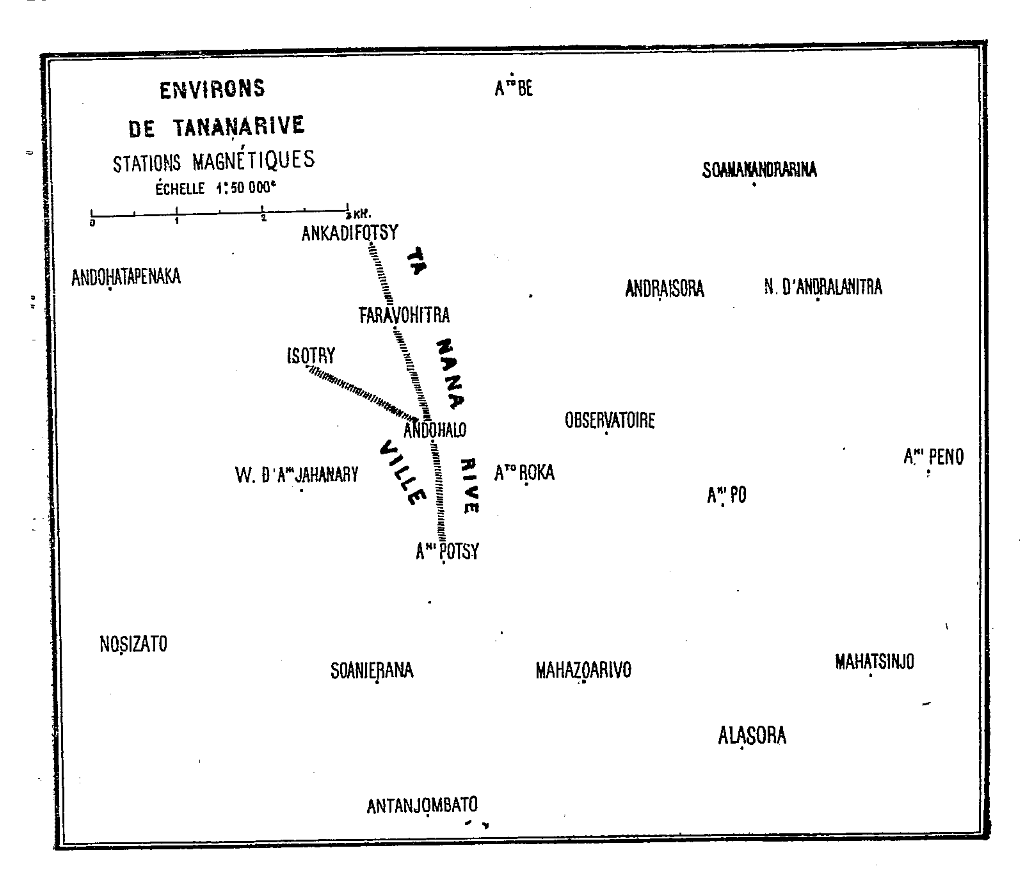
Au mois d'octobre dernier, j'ai exécuté des expériences magnétiques en quinze stations situées autour de Tananarive et en cinq points du massif de gneiss granitique sur lequel est bâtie la capitale malgache.

On sait que ce massif à croupe assez étroite présente une direction générale Sud-Nord dans sa plus grande hauteur et qu'il se divise ensuite en deux branches qui descendent graduellement dans la plaine en s'infléchissant vers l'Ouest. D'après M. Baron, missionnaire anglais, les éléments constitutifs de la roche qui forme le massif de la ville seraient le feldspath, le quartz, la hornblende et le mica; les éléments accessoires seraient la magnétite, les pyrites de fer, l'apatite, le sphène, l'augite et le zircon.

Nos cinq stations, choisies sur la croupe et autant que possible loin des habitations, afin d'éviter les influences attractives et locales, sont ainsi échelonnées; la première, sur la pointe terminale Sud du massif, au quartier d'Ambohipotsy; la seconde, au point de bifurcation, sur la place d'Andohalo; la troisième au quartier de Faravohitra, vers le milieu de la plus longue branche; la quatrième, à Ankadifotsy, son extrémité Nord; la cinquième à Isotry, extrémité de la deuxième et plus courte branche.

Lieu.	Date oct. 1906.	Heure.		Altitude.	Déclinaison NW.	Inclinaison.	Intensité (Unités C.G.S.).	Station.	Nature du terrain.
Ambohipeno	1	De 8h27m	à 10h17m	1374m	9°3′38″	54°56′38″	0,24850	30m S église cathol.	Argile rouge; fer oxydulé.
Ambatoroka	1	14.0	15.44	1358	9.54.43	56.3.20	0,24565	3m S signal topograph.	Arg. roug.; roches granit.
Mahatsinjo	2	8.38	10.20	1329	9.53.35	53.3.17	0,24925	Chemin N du village, arbre.	Argile jaunâtre; gneiss; fer oxydulé.
Alasora	2	12.10	13.40	1324	8.11.47	54.45.9	0,24485	20m SE église.	Arg. roug.; fer oxydulé.
Soanierana	3	7.25 12.42	8.22 13.20	1283	4.58.53	50.58.47	0,25762	Embranch^t chem. de ceinture et gr. route du S.	Argile rougeâtre.
Antanjombato	3	9.25	10.58	1278	8.49.20	54.49.38	0,25.27	40m S égl.; encl. mission.	Argile rouge.
W d'A^hi jahanary	4	6.59 12.5	8.0 12.40	1283	9.31.37	53.31.48	0,25416	Embranch^t chemin de fer et chemin de Nosizato.	Marne; tourbe; terrain d'alluvions.
Nosizato	4	9.0	10.35	1293	9.42.4	54.26.48	0,25156	50m SW clocher église.	Arg. noire; gneiss; hornblende granitique.
N d'Andralanitra	5	8.13	9.45	1316	9.36.33	54.40.48	0,24911	20m E maison; dans un champ.	Arg. rouge; pierres granitiques.
Soamanandrarina	5 et 9	11.15 8.42	12.38 9.5	1323	9.36.19 9.35.4	53.57.22	0,24940	30m W clocher église, près le fossé du village.	Argile rouge.
Andohatapenaka	8	7.23	8.50	1287	9.31.23	54.14.26	0,24878	8m N signal; sur la digue.	Marne; sable; alluvions.
Tananarive (Isotry)	8	9.53	11.10	1309	11.4.6	54.46.16	0,24886	60m SW tombeau P. Ministre.	Hornblende granit; arg. rouge.
» (Ankadifotsy)	8	13.10	14.25	1305	10.38.29	54.0.34	0,25417	50m SE temple; dans un champ.	Argile rouge.
» (Faravohitra)	9 et 11	9.20 7.3	11.19 7.11	1332	9.33.3	53.54.18	0,25145	30m E église; dans l'enclos de la mission cathol.	Argile jaunâtre, sable quartzeux.
Ambatobé	9	13.10	14.40	1314	9.52.28	54.34.5	0,24643	40m E dernière maison; manguiers.	Argile rouge.
Tananarive (Andohalo)	11	8.4 12.0	8.41 12.25	1388	9.22.23	54.17.16	0,25124	Allée SW; 50m NE poste de police.	Humus; terrain de transport.
» (A^hi potsy)	11	9.10	10.35	1423	11.6.27	55.6.33	0,24227	60m S temple; siège en pierre.	Gneiss, granit décomposé.
Andraisora	11	13.30	14.57	1318	9.4.59	54.9.43	0,24693	100m E dernière maison du village.	Arg. rouge; sable quartz; fer oxydulé.
Mahazoarivo	12	7.35	9.35	1259	11.30.1	54.29.16	0,24994	Pointe S falaise; chemin de fer.	Arg. rouge, quartz; alluvions.
Ambohipo	12	12.50	14.7	1298	9.21.5	53.54.38	0,24793	Même st^ion qu'en mai 1903.	Argile rouge.

Le Tableau précédent et la Carte ci-dessous indiquent les positions des stations et les valeurs obtenues.



Les résultats contenus dans le Tableau donnent lieu à quelques remarques.

1. Autour de Tananarive, on constate une perturbation très caractéristique à la station de Soanierana, qui se trouve à l'extrémité méridionale d'une ramification se détachant, vers l'Ouest, du massif de la ville. La déclinaison et l'inclinaison y sont faibles; la composante horizontale est relativement forte, tandis qu'à Ambohipotsy, elle atteint un minimum.

La déclinaison éprouve un maximum à Mahazoarivo, station située à la limite méridionale d'une deuxième ramification se détachant, vers l'Est, du massif de la ville. Au point culminant et septentrional de cette chaîne, appelé Ambatoroka, correspond un maximum d'inclinaison.

Le 18 mai 1893, nous avions obtenu à la station d'Ambohipo la déclinai-

son suivante : 11°59′3″; le 12 octobre 1906, en opérant exactement au même point, nous trouvâmes 9°21′5″. La variation annuelle égalerait donc, en moyenne, 12′, valeur déjà constatée à l'Observatoire pendant les années 1905 et 1906.

2. En comparant les résultats des trois éléments sur le massif de Tananarive, on remarque que la déclinaison varie entre 9° et 11°. Elle est légèrement faible sur la place d'Andohalo, suit une marche normale à Faravohitra, augmente brusquement de 1° vers l'Ouest à Ankadifotsy, et atteint 11° à Isotry et à Ambohipotsy.

L'oscillation de l'inclinaison est moindre que celle de la déclinaison : 1°12′. Normale à Faravohitra et Ankadifotsy, elle augmente de 17′ à Andohalo, de 46′ à Isotry, s'élève à plus de 55° à Ambohipotsy.

La composante horizontale croît le long du massif depuis son sommet sud Ambohipotsy, jusqu'à l'extrémité septentrionale de sa branche principale, Ankadifotsy. La valeur observée à Isotry, extrémité de la plus courte branche, représente sensiblement la moyenne des résultats obtenus aux deux termes d'Ambohipotsy et d'Ankadifotsy.

PALÉONTOLOGIE. — *L'évolution des Mammifères tertiaires; importance des migrations. Époque miocène.* Note de M. **Charles Depéret.**

Après avoir étudié les migrations des temps *Éocènes* et *Oligocènes* (*Comptes rendus,* 6 novembre 1905 et 12 mars 1906), j'étudierai les migrations de l'époque Miocène.

c. Faunes miocènes. — I. Miocène inférieur (*Burdigalien*), Faune des *sables de l'Orléanais :* gîtes principaux (Neuville-aux-Bois, Marigny, Rebréchien, Fay-aux-Loges, Beaugency, Tavers, Les Barres; Chevilly, Neuvilly, Artenay, Ruan, Chilleurs, Suèvres, Pontlevoy, Thenay, Blasois, Chitenay; Mauthelan, etc.), et du *calcaire de Montabuzard,* supérieur aux sables. — Gisements marins d'Eggenburg et de Linz (Basse-Autriche), du *Muschelsandstein* de Bruttelen, Maconnens, La Molière, Bucheggberg (Suisse), de Saint-Nazaire-en-Royans (Drôme), de la mollasse blanche des Angles (Gard), de Horta de Tripas, près Lisbonne. — Faune des fentes de carrière de *Solenhofen.*

1° *Évolution sur place :* suite des Tapiridés (*Paratapirus*), de quelques genres de Rhinocéridés (*Aceratherium, Diceratherium*), des Chalicothéridés (*Macrotherium*), des Anthracothéridés (derniers *Brachyodus*), des Suidés

(*Palæochœrus, Hyotherium*), des Tragulidés (*Hyæmoschus*), des Cervulidés (*Palæomeryx, Dicrocerus*), des Castoridés (*Steneofiber*), des Cricétidés (*Cricetodon*), des Lagomorphes (*Prolagus*), des Talpidés (*Talpa*), des Tupaiadés (*Galerix*), des Canidés (derniers *Cephalogale*), des Amphicyonidés (*Amphicyon*), des Mustélidés (*Stenogale, Palæogale, Stenoplerictis*), des Lutridés (*Lutrictis, Lutra*), des Félidés (*Pseudælurus, Machairodus*).

2° *Très importantes migrations africaines ou africano-asiatiques* des Proboscidiens (*Mastodon, Dinotherium*), des Antilopidés (*Protragocerus*), de quelques Cervulidés (*Micromeryx*), de quelques Rhinocéridés (*Teleoceras, Ceratorhinus*), de quelques Suidés (*Chœratherium, Listriodon*), et des Singes Anthropoïdes (*Pliopithecus*).

3° *Migration probablement nord-américaine* des Equidés (*Anchitherium*).

II. Miocène moyen (*Vindobonien*, subdivisible en trois sous-étages : *Helvétien, Tortonien, Sarmatien*). A ces trois sous-étages correspondent trois faunes de Mammifères reliées entre elles par des transitions insensibles, et dont on peut prendre les types dans le bassin sous-pyrénéen : 1 *horizon de Sansan*; 2 *horizon de Simorre*; 3 *horizon de Saint-Gaudens*.

1. *Horizon de Sansan*. — Principaux gîtes : Sansan, Jegun (Gers), faluns de la Loire (Pontlevoy, Sainte-Maure, Manthelan); mollasse marine des environs de Romans (pont de l'Herbasse, Bren, Élérieux); mollasse marine de Souabe (Baltringen, Rammingen, Heggbach, Hausen; Niederstozingen, Süssen, Ursendorf, Hochgeland); des lignites de Styrie (Eibiswald, Göriach, Wies, Voitsberg, Gamlitz, Parschlug, Neufel) et de la Basse-Autriche (Leoben, Leiding, Feisternitz, sables marins de Grund à Guntersdorf); Georgengsmund (Bavière), Engelswies (Bade).

2. *Horizon de Simorre*. — Principaux gîtes : Simorre, Bonnefond, Saint-Cristan, Tournon, Villefranche d'Astarac, l'Isle-en-Dodon (Gers); Saverdun (Ariège); couches marines de Mirabeau (Basses-Alpes), de Sorgues (Vaucluse), de Romans (Drôme); Steinheim, Nordlingen, Ries, Althausen, Urlau (Souabe); Hohenhoven (Bade); bassin intra-alpin de Vienne (Dornbach, Vordersdorf, Funfkirchen, Loretto, Bruck-a.-Leitha, Breitenbrunn, Margarethen, Mannersdorf, Neudorf); Abstdorf, Franzensbad (Bohême); Wosskressensk (Russie), Pesth, Ssoskut (Hongrie); Trauenzinen (Silésie), Krivadia et Gyulu-Mendru (Transylvanie).

Les riches gisements sidérolithiques de La Grive-Saint-Alban (Isère), du Mont Ceindre (Rhône), de Fretty près Tournus (Saône-et-Loire), de Gray (Haute-Saône), de Mösskirch, Genkingen, Willmardingen, Heuberg, Melchingen, Jungnau (Souabe) appartiennent en grande partie à cet horizon.

3. *Horizon de Saint-Gaudens.* — Principaux gîtes: Valentine, Saint-Gaudens, Montréjeau (Haute-Garonne); Delsberg, le Locle, La Chaux-de-Fonds, Vermes, Œningen, Ellg, Kapffnach, Veltheim (Suisse); Hœder, Dinkelscherben, Günsburg, Diessen, Reichenau, Reisensburg, Dasing, Fraising, Tutzing, Stätsling, Reichersthofen, Frontenhausen, Flinz de Munich, Saint-Georgen (Bavière); Hernals, Heiligenstadt (Bassin de Vienne); monte Bamboli (Toscane); San Isidro près Madrid; Aveiras de Baixo (Portugal); Kriwoi-Rog, Nicolaieff, Sébastopol (Russie).

1° *Évolution sur place.* — Suite des Équidés (*Anchiterium*), des Tapiridés (*Paratapirus*), des Rhinocéridés (*Aceratherium, Teleoceras, Ceratorhinus*), des Chalicothéridés (*Macrotherium*), des Suidés (derniers *Hyotherium* et *Chœrotherium; Listriodon; Sus* à la fin), des Tragulidés (*Hyæmoschus*), des Cervulidés (*Dicrocerus, Micromeryx*, derniers *Palæomeryx*) des Antilopidés (*Protragocerus*), des Proboscidiens (*Mastodon, Dinotherium*), des Théridomydés (derniers *Theridomys*), des Myoxidés (*Myoxus*), des Sciuridés (*Sciurus*), des Castoridés (*Steneofiber*), des Cricétidés (*Cricetodon*), des Lagomorphes (*Prolagus, Lagomys*), des Talpidés (*Talpa, Proscapanus, Scaptonyx*), des Myogalidés (*Myogale*), des Tupaiadés (derniers *Galerix* et *Lantanotherium*), des Soricidés (*Sorex, Crocidura*), des derniers Dimylidés (*Plesiodimylus*), des Erinacéidés (*Erinaceus*, derniers *Palæoerinaceus*), des Chiroptères (*Rhinolophus, Cynonycteris, Vespertilio, Vesperugo*), des Canidés (*Galecynus*), des Amphicyonidés (*Pseudocyon, Hemicyon, Dinocyon*, derniers *Amphicyon*), des Mustélidés (*Haplogale, Stenogale, Pseudictis, Mustela, Palæogale, Proputorius, Trochictis, Trochotherium*), des Lutridés (*Lutra, Enhydriodon*), des Viverridés (*Viverra, Herpestes, Progenetta*), des Félidés (*Machairodus, Hyænailurus*, derniers *Pseudælurus*, premiers *Felis*).

2° *Migration d'origine sud-américaine* (par l'intermédiaire de l'Afrique) des Hystricidés (*Hystrix*).

3° *Migrations probablement asiatico-africaines* des Ursidés (plusieurs rameaux (*Pseudarctos, Hyænarctos, Ursavus*), des Singes Catarrhiniens (*Oreopithecus*) et Anthropoïdes (*Dryopithecus*).

III. Miocène supérieur (*Pontien*). *Faune de Pikermi.* — Principaux gîtes : Pikermi (Grèce), Samos (Asie Mineure), Maragha (Perse), Tchernigow, sables de Balta, calcaire d'Odessa et de Groussolowo (Russie), Manzati (Roumanie), Baltavar (Hongrie), Eppelsheim (Allemagne), Siebenhirten, sables à Congéries du bassin de Vienne, environs d'Eggenburg (Basse-Autriche); Mont-Laberon, Visan (Vaucluse), Aubignas (Ardèche), Puy-Courny (Cantal), Saint-Jean-de-Bournay, La Tour-du-Pin, La Trappe de

Chambaran (Isère), Montmirail, Tersanne (Drôme), La Croix-Rousse et Sainte-Foy à Lyon, Ambérieu, Soblay, Saint-Jean-le-Vieux (Ain), rocher du Dragon à Aix-en-Provence, Montredon (Hérault), Estavar (Cerdagne), Orignac (Hautes-Pyrénées), Concud (Espagne), Archino (Portugal).

Au même niveau appartiennent la plus grande partie des gîtes sidérolithiques de Salmendingen, Melchingen, Trochtelfingen, Ebingen, Undingen, Heuberg (Souabe).

1° *Évolution sur place*. Suite des Tapiridés (*Tapirus*), de quelques rameaux de Rhinocéridés (*Ceratorhinus*, derniers *Aceratherium* et *Teleoceras*), des derniers Chalicothéridés (*Chalicotherium*), des Suidés (*Sus*, derniers *Listriodon*), des Tragulidés (derniers *Hyœmoschus*), des derniers Cervulidés (*Dicrocerus, Microneryx*), des Castoridés (derniers *Chalicomys*, premiers *Castor*), des Hystricidés (*Hystrix*), des Canidés (*Simocyon*), des derniers Amphicyonidés (*Dinocyon*), des Ursidés (*Hyœnarctos, Ursavus*), des Mustélidés (*Mustela, Promeles, Promephitis*), des Viverridés (*Ictitherium*), des Félidés (*Machairodus, Felis*), des singes Anthropoïdes (*Dryspithecus, Anthropodus*).

2° *Migrations nord-américaines* (peut-être par l'Asie) d'un Equidé (*Hipparion*) et des Léporidés (*Lepus*).

3° *Migrations africano-asiatiques* de quelques Rhinocéridés (*Atelodus*), des Cervidés (*Capreolus*), des Giraffidés (*Helladotherium, Palæotragus, Camelopardalis, Sarnotherium*, de plusieurs rameaux d'Antilopidés (*Palæoryx, Gazella, Palæoreas, Protragelaphus*), des Ovidés (*Criotherium*), des Hyænidés (*Lychyœna, Hyœnictis, Hyœna*), des Muridés (*Acomys*), de singes Catarrhiniens (*Mesopithecus*).

PLIS CACHETÉS.

Mme Vve **Maria-Augustine Forichon** demande l'ouverture d'un pli cacheté anonyme reçu dans la séance du 8 octobre 1906 et non classé, selon l'usage.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Président, contient un Mémoire descriptif d'un *Appareil électrique pour stériliser les eaux*.

Conformément à la demande de l'auteur, le Mémoire est renvoyé à la Commission chargée de juger le concours du prix Montyon (Arts insalubres) pour 1907.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce la mort de M. *Jean-Abraham-Chrétien Oudemans*, Correspondant de l'Académie pour la Section de Géographie et de Navigation, et celle de M. *Jacques-Augustin Normand*, Correspondant de l'Académie pour la même Section.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** transmet à l'Académie la copie d'un Rapport de l'Ambassadeur de la République française à Saint-Pétersbourg, contenant des renseignements sur l'expérience tentée, au cours de la dernière guerre, par le Gouvernement russe, en vue d'organiser un service de transports entre la Russie et le centre de la Sibérie par la voie de l'océan Glacial et de l'Iénisséi.

Mme **Sklodowska Curie** remercie l'Académie de l'hommage qu'elle a rendu à la mémoire de Pierre Curie en lui attribuant le prix Jean Reynaud.

MM. **G. André**, **André Auric**, **Bataillon**, **Georges Bohn**, **Boudier**, **G. Caubert**, **A. Charpy**, **René Daveluy**, **A. Demoulin**, **J.-V. Detroye**, **J.-H. Fabre**, **G. Gouré de Villemontée**, **Grignard**, **C. Houlbert**, **Adolphe Javal**, **L. Laurent**, **Stéphane Leduc**, **Ant. Magnin**, **Edmond Maillet**, **Mandoul**, **Georges Marié**, **J. Massau**, **Edmond Meyer**, **R. de Montessus**, **Robert Moog**, **Offret**, **Padé**, **J. Palisa**, **Pallary**, **Georges-G. Paraf**, **A. Pizon**, **Porcher**, **Achille Raffray**, **Rémy**, **A. Riccò**, **L.-G. Seurat**, **A. Stodola**, **Toy** adressent des remercîments à l'Académie pour les distinctions accordées à leurs travaux.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Die Handschriften der antiken Aerzte. Griechische Abteilung*. Im Auftrage der akademischen Kommission, herausgegeben von H. Diels.

2° *Les abaques hexagonaux*, par M. Ch. Lallemand.

3° *Ferrum*, poème latin écrit en 1717 par le P. Xavier de la Sante et traduit en vers français par F. Osmond.

ASTRONOMIE. — *Sur la nature de l'atmosphère de Mercure et de Vénus.* Note de M. **P. Salet**, présentée par M. Lœwy.

Dans une communication faite en 1892, M. Landerer a annoncé que la lumière de Vénus n'était pas polarisée et a attribué ce fait à une épaisse couche de nuages recouvrant la surface visible. Je me suis livré à la même recherche pour Mercure, en me servant d'un prisme de Wollaston, puis de différents polariscopes de Savart à bandes très serrées placés devant l'oculaire de l'équatorial de la Tour de l'Est et permettant d'avoir au moins trois bandes sur le diamètre de la planète. Dans les observations du soir, je me suis servi d'un verre rouge monochromatique pour avoir des bandes plus nettes et pour diminuer la lumière polarisée de l'atmosphère qui est surtout riche en rayons violets. J'ai placé, quand cela se pouvait, les bandes à 45° de la verticale pour supprimer une polarisation horizontale possible de la lumière par réfraction dans l'atmosphère. Avec ces précautions, j'ai trouvé que la lumière de Mercure n'est pas sensiblement polarisée.

Il serait peut-être prématuré de tirer de ce fait une conclusion relative à l'atmosphère de Mercure. Si l'on examine en effet la Lune avec un polariscope à bandes serrées placé devant l'oculaire, on voit en même temps le degré de polarisation des différents points de sa surface. On s'aperçoit alors que les bandes de polarisation qui sont très fortement marquées sur les mers sont à peine visibles sur d'autres parties où le sol est très bouleversé. L'absence de polarisation de Mercure peut donc venir de la nature de son sol. On sera fixé sur ce point si cette absence de polarisation est toujours confirmée par la suite; car, si elle est due à des nuages, ce régime nuageux n'est sans doute pas absolument permanent et général sur toute la planète.

Je rappelle que le dispositif employé qui donne des bandes de polarisation serrées sur le diamètre de l'astre est plus sensible que le photopolarimètre. Ce dispositif m'a d'ailleurs permis de voir et de photographier pour la première fois ces bandes de polarisation sur la couronne solaire en 1905.

ASTRONOMIE. — *Formule applicable aux durées de rotation directe des planètes et du Soleil.* Note de M. ÉMILE BELOT, présentée par M. H. Poincaré.

La formule additive suivante comprenant deux termes représente d'une manière remarquable les six rotations connues du système solaire : T est exprimé en heures; a, distance au centre du système, en rayons de l'orbite terrestre; D, diamètre de l'astre, en diamètres de la Terre; d est sa densité par rapport à l'eau :

$$T = \frac{23,75}{\sqrt{a}\,D^{\frac{1}{2,7}}} + \frac{0,61\,D}{\sqrt{d}},$$

Corps célestes.	Proportion de m. m'.	T	=	T_1	+	T_2.	Temps de rotation synodique calculé.	observé.	Ecart.
				h		h			
Soleil	8,4 + 1	230,02	=	473,85	+	56,17	$22^j\ 2^h$	$25^j\ 4^h$	$-3^j\ 2^h$
Mercure...	458 + 1	55,12	=	55,00	+	0,12	$55^h\ 7^m$	»	»
Vénus.....	96 + 1	28,225	=	27,936	+	0,289	$28^h\,13^m,5$	»	»
Terre	91 + 1	24,01	=	23,75	+	0,260	$24^h\ 0^m,5$	24^h	+ $0^m,6$
Mars......	148 + 1	24,484	=	34,320	+	0,164	$24^h\,28^m,8$	$24^h\,39^m,6$	— $10^m,8$
Jupiter....	3 + 4	10,125	=	4,275	+	5,850	$10^h\ 7^m,5$	$9^h\,55^m,6$	+ $11^m,9$
Saturne ...	1 + 2	10,147	=	3,367	+	6,780	$10^h\ 8^m,8$	$10^h\,14^m,4$	— $5^m,6$
Lune......	7563 + 1	756,4	=	756,3	+	0,10	$31^j\,12^h\,14^m$	$29^j\,12^h\,44^m$	+ $1^j\,23^h\,28^m$
Ganymède.	»	373,5	=	373,5	+	0,00	$15^j,50$	»	»
Callisto....	»	315,7	=	315,7	+	0,00	$15^j,15$	»	»

Pour le Soleil, de rayon $R = 692000^{km}$, il faut considérer dans le premier terme de la formule a et D comme variables de zéro à R : on aura donc la valeur moyenne de T_1 en calculant l'expression

$$T_1\int_0^R dr = 23750\sqrt{149}\,\sqrt[2,7]{6378}\int_0^R r^{-\left(\frac{1}{2}+\frac{1}{2,7}\right)}dr,$$

les constantes de l'expression précédente étant déterminées par les unités choisies.

On trouve ainsi une durée de rotation de 22 jours 2 heures un peu moindre que celle résultant de l'observation des taches : or, Faye a expliqué la vitesse variable des taches par la rotation plus rapide du noyau solaire.

La rotation trouvée pour la Lune correspond à une distance (64,2) plus grande que 60,2, ainsi qu'il fallait s'y attendre si la Lune se rapproche lentement de la Terre par une accélération séculaire due peut-être à un accroissement de masse météoritique de la Terre et d'ailleurs indépendante de l'accélération périodique expliquée par Laplace.

La durée de rotation calculée pour Vénus est dans les limites trouvées par M. Belopolsky.

Il est facile de voir que la durée de rotation T donnée par la formule est considérable pour les satellites et petites planètes, puisque D est faible : d'ailleurs, pour ces astres, la valeur de T_2 est très faible. Le calcul a été fait pour les satellites III et IV de Jupiter : on trouve des durées de rotation (15,50 jours et 13,15 jours) de l'ordre des durées de révolution (7,15 jours et 16,66 jours).

Il est intéressant de remarquer que le terme T_2, qui correspond à m', augmente en effet avec l'importance des satellites de chaque planète, et que le rapport de T_1 à T_2 ou de m à m' semble se rapprocher de proportions multiples simples pour les astres ayant la masse la plus grande (Soleil, Jupiter, Saturne).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une méthode de calcul des variations.* Note de M. **Hadamard**, présentée par M. Appell.

Les importantes méthodes que l'on doit à M. Hilbert pour l'étude des problèmes du Calcul des variations permettent d'affirmer, dans des cas très étendus, l'existence de la solution. M. Hilbert n'a, d'ailleurs, pas visé d'autre but et n'a pas entendu fournir un procédé de calcul si théorique soit-il.

Je voudrais indiquer ici, pour arriver au même résultat, une autre manière d'opérer qui n'abdique pas toute prétention à cet égard. Elle ne constitue certes pas plus une méthode pratique de calcul que ne le font les autres démonstrations d'existence classiques en Calcul intégral. Mais, au moins dans certains cas, elle ne leur est pas inférieure sous ce point de vue : elle permet, à la rigueur, le calcul numérique et, en tout cas, l'étude analytique des solutions.

Je m'adresserai à l'exemple le plus simple, celui de l'intégrale

$$(1) \qquad I = \int_0^a f(x, y, y')\, dx.$$

La variation première est, en employant la transformation de du Bois-Reymond et désignant par h une constante arbitraire,

$$\delta I = \int_0^a \left(\frac{\partial f}{\partial y'} - \int_0^x \frac{\partial f}{\partial y} dx - h\right) \delta y' \, dx = \int^a Q \, \delta y' \, dx,$$

le symbobe δ désignera ici une dérivée partielle par rapport au paramètre auxiliaire α. Posons

$$(2) \qquad \delta y' = -\rho Q, \qquad \delta y = \int_0^x \delta y' \, dx,$$

ρ étant positif (nous le supposerons, pour le moment, constant) et h étant déterminé de manière à rendre δy nul pour $x = a$.

Si la fonction f admet, comme nous le supposons, des dérivées successives satisfaisant à la condition de Lipschitz, le système (2) s'intègre sans difficulté, par approximations successives, à la façon des équations différentielles ordinaires, en supposant que l'on donne la *courbe initiale*, c'est-à-dire la valeur de y, en fonction de x pour $\alpha = 0$.

Si cette valeur initiale admet une dérivée seconde par rapport à x, il en est de même de la valeur de y pour une valeur quelconque de α, et l'on a (pour ρ constant)

$$\delta y'' = -\rho[A y'' + \varphi(x, y, y')],$$

$$A = \frac{\partial^2 f}{\partial y'^2}; \qquad \varphi(x, y, y') = \frac{\partial f}{\partial y} - y' \frac{\partial^2 f}{\partial y \, \partial y'} - \frac{\partial^2 f}{\partial y' \, \partial x}.$$

Quant à δI, il a la valeur toujours négative

$$\delta I = -\int_0^a \rho Q^2 \, dx.$$

Bornons-nous maintenant aux fonctions positives f qui (outre les hypothèses de régularité précédentes) vérifient les conditions suivantes :

1. A est positif et, même pour $y' = \pm \infty$, admet une limite inférieure positive.

2. Le rapport $\frac{\varphi^2}{f}$ admet une limite supérieure déterminée (même pour $y' = \pm \infty$).

Il en est ainsi, par exemple, pour $f = \frac{1}{2}[A(x) y'^2 + 2 B y y' + C y^2]$.

I. Supposons encore que :

3. L'expression

$$\int_0^\alpha \left(\mathrm{A}\, \delta y'^2 + 2 \frac{\partial^2 f}{\partial y\, \partial y'} \delta y\, \delta y' + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} \delta y^2 \right) dx,$$

c'est-à-dire la variation seconde débarrassée des termes en $\delta^2 y$, $\delta^2 y'$, est toujours positive et même (conformément aux conclusions bien connues de Scheeffer et de Kneser) dans un rapport non infiniment petit avec son premier terme $\int_0^\alpha \mathrm{A}\, \delta y'^2\, dx$.

Alors $\delta^2 \mathrm{I}$ sera toujours positif et supérieur à $-\mathrm{K}\, \delta \mathrm{I}$, K étant un nombre fixe.

Donc, pour α infiniment grand, $\delta \mathrm{I}$ tend vers zéro suivant une loi exponentielle, et l'on trouve qu'il en est de même (quel que soit x) pour $\delta y'$, grâce à ce fait (conséquence de l'hypothèse 2) que $\int y''^2\, dx$ et $\int \delta y''^2\, dx$ restent finis.

Ainsi *y et y' tendent, pour $\alpha = +\infty$, vers des limites qui vérifient les conditions du problème.* — On a même une limite supérieure de l'erreur commise, tant sur y que sur y', en s'arrêtant à une valeur déterminée de α.

On déduit de là que *la solution du problème est unique,* ce qui ne ressortait pas des méthodes classiques.

II. Si l'on abandonne l'hypothèse 3, on constate encore que $\delta y'$ tend uniformément vers zéro; mais on ignore, *a priori,* suivant quelle loi. Néanmoins la fonction y' tend encore soit vers une limite déterminée, soit vers une infinité de limites qui toutes annulent la variation première. Ce second cas serait évidemment exceptionnel; il ne pourrait se présenter que s'il passait une infinité d'extrémales par les deux points donnés. Il est d'ailleurs à présumer que même alors (au moins en ne prenant plus la quantité ρ constante et en la choisissant convenablement) la limite serait unique; et que, en général, l'hypothèse 3 serait vérifiée pour α suffisamment grand.

L'hypothèse 1, au moins pour y' fini, est évidemment dans la nature des choses. Quant à l'hypothèse 2 et à l'hypothèse 1 pour y' infini, elles deviendront inutiles lorsqu'on prendra l'intégrale sous forme paramétrique.

Au reste, il conviendra d'étudier de plus près l'application de cette méthode, non à des exemples justiciables, comme le précédent, de procédés élémentaires, mais à des problèmes moins aisés à élucider directement.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations aux dérivées partielles du second ordre à deux variables indépendantes qui admettent un groupe d'ordre impair de transformations de contact.* Note de M. J. **Clairin**, présentée par M. Appell.

J'ai démontré récemment ([1]) un théorème relatif aux équations aux dérivées partielles du second ordre à deux variables indépendantes qui admettent un groupe d'ordre pair de transformations de contact; je me propose d'indiquer un résultat analogue pour les équations qui admettent un groupe d'ordre impair de transformations de contact.

Les lettres ayant la même signification que dans la Note précédente, soit

$$(1) \qquad r + f(x, y, z, p, q, s, t) = 0$$

une équation aux dérivées partielles du second ordre dont un système de caractéristiques satisfait à l'équation différentielle

$$dy = \mu(x, y, z, p, q, s, t)\, dx;$$

soient

$$X_1 F, \quad X_2 F, \quad \ldots, \quad X_{2n+1} F$$

$2n+1$ transformations de contact qui engendrent un groupe (γ) et laissent invariante l'équation (1), le nombre entier n est supposé différent de zéro. Prolongeons ces transformations en tenant compte de (1) et des équations déduites de (1) par dérivation, les équations qui définissent les invariants différentiels d'ordre $n+1$ du groupe sont

$$(2) \qquad X_1 F = 0, \qquad X_2 F = 0, \qquad \ldots, \qquad X_{2n+1} F = 0;$$

si l'on conserve les mêmes lettres pour représenter les transformations infinitésimales prolongées, écrivons en outre l'équation

$$(3) \qquad \frac{\partial F}{\partial p_{0,n+1}} - \mu(x, y, z, p, q, s, t) \frac{\partial F}{\partial p_{1,n}} = 0.$$

Les équations (2) et (3) forment un système complet, les variables sont au nombre de $2n+5$; il existe par conséquent trois intégrales distinctes;

([1]) *Comptes rendus*, 26 novembre 1906.

posons

$$x' = \varphi_1(x, y, z, p, q, s, t, \ldots, p_{1,n}, p_{0,n+1}),$$
$$y' = \varphi_2(x, y, z, p, q, s, t, \ldots, p_{1,n}, p_{0,n+1}),$$
$$z' = \varphi_3(x, y, z, p, q, s, t, \ldots, p_{1,n}, p_{0,n+1});$$

φ_1, φ_2, φ_3 désignant ces trois intégrales, nous allons montrer que z' considérée comme fonction de x', y' satisfait à une équation de Monge-Ampère. Les expressions des dérivées premières et secondes de z' sont données par les équations

$$dz' - p'\,dx' - q'\,dy' = 0,$$
$$dp' - r'\,dx' - s'\,dy' = 0,$$
$$dq' - s'\,dx' - t'\,dy' = 0,$$

où il faut remplacer x', y', z' par φ_1 φ_2 φ_3. On vérifie très aisément que p' et q' sont des intégrales de l'équation

$$\frac{\partial F}{\partial p_{0,n+2}} - \mu(x, y, z, p, q, s, t)\frac{\partial F}{\partial p_{1,n+1}} = 0,$$

et r', s', t' des intégrales de

$$(4) \qquad \frac{\partial F}{\partial p_{0,n+3}} - \mu(x, y, z, p, q, s, t)\frac{\partial F}{\partial p_{1,n+2}} = 0.$$

De plus, on peut remarquer que x', y', z', p', q' satisfont à cette dernière équation puisqu'elles ne contiennent pas les dérivées de z d'ordre supérieur à $n+2$.

x', y', z', p', q', r', s', t' sont des invariants de (γ) d'ordre inférieur ou égal à $n+3$, c'est-à-dire des intégrales d'un système de $2n+1$ équations linéaires aux dérivées partielles du premier ordre; ce sont, en outre, des intégrales de (4). Dans ces équations figurent $2n+9$ variables $x, y, z, p, q, s, t, \ldots, p_{1,n+2}, p_{0,n+3}$, il ne peut donc exister plus de sept intégrales distinctes, c'est-à-dire que x', y', z', p', q', r', s', t' sont liées par une relation

$$(5) \qquad g(x', y', z', p', q', r', s', t') = 0;$$

$z'(x', y')$ satisfait à une équation aux dérivées partielles du second ordre qui est, du reste, une équation de Monge-Ampère.

Nous aurions pu faire un raisonnement tout semblable en considérant le second système de caractéristiques de l'équation donnée défini par

l'équation différentielle

$$dy = m(x, y, z, p, q, s, t)\, dx$$

et en adjoignant aux équations (2)

$$\frac{\partial F}{\partial p_{0,n+1}} - m(x, y, z, p, q, s, t)\frac{\partial F}{\partial p_{1,n}} = 0;$$

nous aurions ainsi déduit de l'équation (1) une seconde équation de Monge-Ampère

$$(6) \qquad h(x'', y'', z'', p'', q'', r'', s'', t'') = 0.$$

En remarquant que $x', y', z', p', q', x'', y'', z'', p'', q''$ sont des invariants d'ordre $n+2$ du groupe (γ), on voit que ces dix quantités sont liées par quatre relations : les équations (5) et (6) se correspondent par une transformation de Bäcklund de première espèce.

Les transformations précédentes peuvent, dans certains cas, se décomposer en plusieurs transformations, les unes étant des transformations de l'espèce que j'ai signalée dans ma dernière Note, les autres des transformations de Bäcklund.

MÉCANIQUE RATIONNELLE. — *Sur l'extinction du frottement.* Note de M. L. **Lecornu**, présentée par M. Appell.

Dans une Adresse lue en 1905 au Congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences, M. Appell appelait l'attention sur divers cas où le mouvement d'un système s'effectue de façon que le travail du frottement diminue de plus en plus, comme si le système cherchait à échapper au frottement : c'est ce qui arrive notamment dans le glissement d'un cerceau ou d'une boule, glissement qui aboutit finalement à un simple roulement, ou encore dans le redressement progressif de l'axe d'un corps de révolution lancé sur un plan horizontal. Voici un autre exemple assez général, dans lequel la même tendance se manifeste avec une netteté particulière.

Il s'agit du mouvement d'un ensemble quelconque de sphères homogénes qui ont leurs centres fixes et qui exercent à leurs divers points de contact des pressions mutuelles données.

Je suppose d'abord que le système, après avoir été lancé d'une manière

quelconque, soit entièrement abandonné à lui-même. Considérons la fonction $\Phi = \Sigma FV$, dans laquelle la sommation Σ est étendue à tous les points de contact. F désigne l'action tangentielle, de grandeur constante, exercée en l'un quelconque de ces points et V, la vitesse de glissement correspondante. Φ est une fonction assez compliquée des coordonnées des points de contact et des composantes p, q, r des vitesses de rotation des sphères; mais cette fonction jouit d'une propriété remarquable : sa dérivée totale $\frac{d\Phi}{dt}$ par rapport au temps est essentiellement négative. Par conséquent : *le travail du frottement, rapporté à l'unité de temps, va constamment en diminuant.*

Ce théorème subsiste quand, pour un ou plusieurs des points de contact, le glissement est remplacé par un roulement ($V = 0$). Il en est encore de même lorsque certaines sphères, au lieu d'être mobiles autour de leurs centres, sont assujetties à tourner autour d'axes fixes. Enfin la fonction Φ demeure également décroissante quand, au lieu d'abandonner le système à lui-même, on applique sur une ou plusieurs sphères des forces telles que chacune de ces sphères tourne, avec une vitesse constante, autour d'un axe fixe. Il peut alors arriver que le système atteigne finalement un état permanent dans lequel persistent certains glissements. Dans cet état final, les dérivées partielles de Φ par rapport aux composantes p, q, r susceptibles de variation sont toutes nulles, de telle sorte que *le travail du frottement est rendu minimum.*

Observons d'ailleurs que les sphères tournant autour d'axes fixes peuvent être remplacées par des corps de forme quelconque homogènes ou non, pourvu que chacun de ces corps tourne autour d'un axe fixe et présente des surfaces de révolution touchant les corps voisins en des points qui demeurent fixes : une pareille substitution ne modifie aucunement les équations du mouvement et laisse par conséquent subsister les conclusions qui précèdent.

PHYSIQUE. — *Sur les modifications dissymétriques de quelques bandes d'absorption d'un cristal sous l'action d'un champ magnétique.* Note de M. **Jean Becquerel**, présentée par M. H. Poincaré.

Lorsqu'un cristal uniaxe, placé dans un champ magnétique parallèle à l'axe optique, est traversé par un faisceau lumineux dans la direction de l'axe, la théorie montre que le cristal doit propager deux vibrations circu-

laires inverses et que les bandes d'absorption doivent donner des doublets ou des élargissements symétriques. En observant le spectre d'un cristal de xénotime, au moyen d'un analyseur circulaire permettant d'obtenir deux plages contiguës correspondant à des vibrations circulaires inverses, l'expérience, conformément à la théorie, a montré que la plupart des bandes se déplacent dans des sens opposés dans les deux plages, en conservant leur intensité et leur largeur ([1]).

Sans insister sur quelques dissymétries provenant de la proximité de bandes très voisines qui, lorsque le champ est excité, empiètent plus ou moins les unes sur les autres, je signalerai quelques bandes qui se comportent d'une facon anormale.

Certaines bandes ($487^{\mu\mu}$ et $545^{\mu\mu},8$) donnent dans l'une des deux plages un doublet symétrique; dans l'autre plage, on observe un rétrécissement de la bande dont le milieu devient plus intense. On peut interpréter très simplement ce phénomène en admettant que la bande est constituée par deux parties accolées qui correspondent à des électrons *de signes contraires,* pour lesquels le rapport $\frac{e}{m}$ est le même. Ces électrons, qui ne diffèrent que par le signe de la charge e et dont les périodes sont très voisines, semblent bien faire partie d'un même groupement.

L'explication de ces apparences me paraît très difficile si l'on n'admet pas l'existence des électrons positifs.

Une bande ($657^{\mu\mu},1$) subit une modification d'un nouveau type, dont l'étude présente un grand intérêt. Cette bande, peu intense, se déplace *du côté du rouge dans chacune des deux plages.* Celle des composantes circulaires, qui correspond à des vibrations de même sens que le courant magnétisant, se déplace d'environ $0^{\mu\mu},11$ dans un champ de 17000 unités, *en augmentant d'intensité,* tandis que la bande de l'autre plage *s'affaiblit* et devient presque imperceptible. Il m'a paru exister entre les deux composantes un décalage correspondant à des électrons positifs; l'effet est trop petit pour pouvoir même être affirmé. Lorsque le faisceau lumineux est normal au champ, l'axe et le champ étant toujours parallèles, on observe (ce qui est d'accord avec les observations précédentes) que dans le spectre des vibrations ordinaires normales au champ, cette bande $657^{\mu\mu},1$ se déplace du côté du rouge de $0^{\mu\mu},18$ dans un champ évalué à 26900, au lieu de donner comme les autres un élargissement ou un doublet symétrique dont le milieu est à la place de la bande primitive.

Il ne m'a pas semblé possible de rendre compte de ces phénomènes en admettant simplement que la bande provienne de plusieurs espèces d'électrons et je pense que l'on observe une manifestation intime du magnétisme moléculaire. Décomposons en effet en deux vibrations circulaires inverses

---

([1]) JEAN BECQUEREL, *Comptes rendus*, 9 avril et 10 décembre 1906.

la projection du mouvement de chaque électron sur un plan normal à l'axe. Si nous supposons que les orbites des électrons ou que certains groupements de ces électrons puissent s'orienter sous l'action du champ, et que la somme des mouvements circulaires d'un sens devienne notablement différente de la somme des mouvements contraires, l'une des composantes deviendra plus forte aux dépens de l'autre et l'on observera une dissymétrie d'intensité. Le sens de cette dissymétrie pour la bande $657^{\mu\mu},1$ correspondrait à une orientation des mouvements d'électrons positifs. D'autre part, l'ensemble des électrons sera équivalent à un aimant orienté suivant les lignes de force. Les cristaux de xénotime sont d'ailleurs magnétiques, et un cube s'oriente de manière que l'axe soit parallèle au champ.

Au moyen d'un quart d'onde suivi d'un compensateur de Babinet, on constate que la biréfringence circulaire, c'est-à-dire *la polarisation rotatoire magnétique, est de sens contraire de part et d'autre de la bande,* positive du côté violet et négative du côté rouge, et sensiblement nulle au milieu de la bande. Le pouvoir rotatoire varie rapidement aux environs de la bande malgré sa faible intensité. Ces faits s'expliquent aisément en remarquant que, en raison de l'inégalité considérable des deux composantes, la dispersion anomale est bien plus grande pour l'une des vibrations circulaires que pour l'autre.

On peut se demander si les anomalies présentées par les corps magnétiques, et la grandeur de la dispersion rotatoire de certains d'entre eux, ne pourraient se rattacher à un phénomène de même nature. En particulier la déformation des vibrations rectilignes après leur passage dans une lame mince de fer pourrait être la conséquence d'un effet semblable. Je rappellerai enfin qu'avec le chlorure de praséodyme, M. Wood a également observé un pouvoir rotatoire de sens contraire de part et d'autre d'une bande (¹).

Je terminerai cette Note par quelques remarques relatives à une théorie que M. Voigt a fait paraître ces jours derniers (²). M. Voigt a, de son côté, traité la question des phénomènes magnéto-optiques dans les cristaux, exactement au point de vue où je m'étais placé dans mes Notes précédentes, en généralisant ses anciennes théories. Une seule différence existe dans les équations différentielles qui lient la force électrique et les polarisations partielles; M. Voigt a conservé pour le coefficient du vecteur dépendant du champ deux paramètres différents dans les directions ox et oy normales au

(¹) R.-W. Wood, *Phys. Zeitschr.*, t. VI, 1905, p. 416.
(²) W. Voigt, *Nachrichten der K. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen.*

champ oz. Comme ces paramètres représentent le produit du rapport de la charge à la masse par le carré de la période des électrons et que les périodes suivant ox et oy sont *nécessairement* très voisines si les bandes sont sensibles, j'avais pris le même paramètre c pour les directions ox et oy.

Les conclusions énoncées par M. Voigt s'appliquent à des cas limites. Les formules et les courbes données dans mes précédentes Notes (1) montrent que les résultats peuvent s'écarter notablement des lois limites, principalement pour les bandes floues, pour lesquelles les coefficients d'amortissement ϑ'_1 et ϑ'_2 sont grands.

M. Voigt donne l'explication des modifications subies par le spectre de la vibration *parallèle au champ* et montre que l'on peut rendre compte des résultats expérimentaux en considérant un vecteur auxiliaire $\mathfrak{z}_h$ dont la période doit être supposée différente de celle de la polarisation $\mathfrak{Z}_h$ lorsque les modifications sont dissymétriques. J'étais arrivé à la même formule, que je n'avais pas encore publiée; d'ailleurs, les courbes relatives à la vibration normale au champ peuvent également représenter les variations du coefficient d'absorption de la vibration parallèle au champ, à la condition de remplacer ϑ_{02} et ϑ'_2 par la période et l'amortissement du vecteur $\mathfrak{z}_h$, ϑ_{01} et ϑ'_1 par la période $\sqrt{\mathfrak{b}}$ et l'amortissement $\mathfrak{a}$ du vecteur auxiliaire $\mathfrak{z}_h$, enfin le terme c_hR par le terme $d_h\vartheta$ de la formule de M. Voigt. Les formes dissymétriques des courbes sont tout à fait conformes aux aspects que prennent les bandes dans le spectre de la vibration parallèle au champ.

PHYSIQUE. — *La variation du ferromagnétisme avec la température.* Note (2) de M. **Pierre Weiss**, présentée par M. J. Violle.

M. Langevin (3), après avoir montré que le magnétisme des corps faiblement magnétiques peut s'expliquer par l'équilibre statique résultant de l'action d'un champ extérieur sur les molécules douées de moments magnétiques et de l'agitation thermique, conclut : « On voit donc quelle est, dans les substances ferromagnétiques, l'importance des actions mutuelles entre les molécules qui seules rendent possible la saturation magnétique encore extrêmement éloignée, pour le même champ extérieur, dans le cas des substances faiblement magnétiques. De ce point de vue se justifie pleinement l'assimilation faite par Pierre Curie de la transition entre le magnétisme faible et le ferroma-

(1) Jean Becquerel, *Comptes rendus*, 19 novembre et 3 décembre 1906.

(2) Présentée dans la séance du 10 décembre 1906.

(3) P. Langevin, *Ann. Chim. Phys.*, 8e sér., t. IV, 1905, p. 70 et suivantes.

gnétisme à la transition entre les états gazeux et liquide, où les actions mutuelles jouent un rôle essentiel. »

I. Je me propose, dans cette Note, de montrer que l'on peut fonder une théorie du ferromagnétisme sur une hypothèse extrêmement simple concernant ces actions mutuelles. Je suppose que chaque molécule éprouve de la part de l'ensemble des molécules environnantes une action égale à celle qu'elle éprouverait si elle était placée dans un champ *uniforme* NI proportionnel à l'intensité d'aimantation I et de même direction qu'elle. J'appellerai NI le champ intérieur. Le champ total est la résultante du champ intérieur et du champ extérieur. L'hypothèse de l'uniformité du champ intérieur est suggérée avec force par certaines propriétés de la pyrrhotine. Je supposerai en outre que dans une matière ferromagnétique comme dans un gaz l'énergie cinétique des molécules s'oppose seule à leur orientation ou, en d'autres termes, qu'il n'y a pas d'énergie potentielle de rotation autre que celle dont dérivent les forces déjà mentionnées. Alors, la théorie des gaz magnétiques de M. Langevin continue à s'appliquer. Elle donne

$$\frac{I}{I_0} = \frac{\operatorname{ch} a}{\operatorname{sh} a} - \frac{1}{a}, \tag{1}$$

où

$$a = \frac{\mu H}{rT}, \tag{2}$$

et μ est le moment magnétique d'une molécule, rT deux fois la force vive correspondant à un degré de liberté d'une molécule, H le champ, I l'intensité d'aimantation, I_0 sa valeur maxima.

S'il n'y a pas de champ extérieur, $H = NI$, et l'équation (2) devient

$$a = \frac{\mu NI}{rT}. \tag{3}$$

Dans la figure 1, la courbe OAB représente l'équation (1), la droite OA l'équation (3). A une température donnée ces deux courbes déterminent une certaine intensité d'aimantation AA'. Le point A représente un état stable, comme on s'en assure en imaginant des déplacements infiniment petits de ce point. AA' est ce que l'on appelle communément l'*intensité d'aimantation à saturation,* à la température T.

On retrouve donc cette conception de l'intensité d'aimantation à saturation obtenue dans un champ extérieur nul, déjà rencontrée dans l'étude expérimentale de la pyrrhotine, mais s'y produisant spontanément dans

une direction déterminée par l'anisotropie cristalline. Dans les milieux usuels cette saturation est masquée par l'orientation confuse des cristaux. Le champ extérieur est nécessaire, non pour obtenir l'aimantation à saturation, mais pour l'orienter de même dans tous les cristaux et la mettre ainsi en évidence.

Quand T est suffisamment petit le point d'intersection A est réel. Il cesse de l'être pour une certaine valeur θ de la température, qui est celle de la disparition du ferromagnétisme. On peut mettre (3) sous la forme

$$(4) \qquad \frac{T}{\theta} = \frac{3}{a}\frac{I}{I_0},$$

(1) et (4) expriment la relation entre l'intensité d'aimantation I et la température T au moyen de la variable auxiliaire a. On voit que cette loi est

Fig. 1.

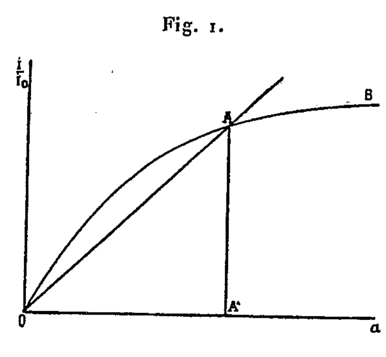
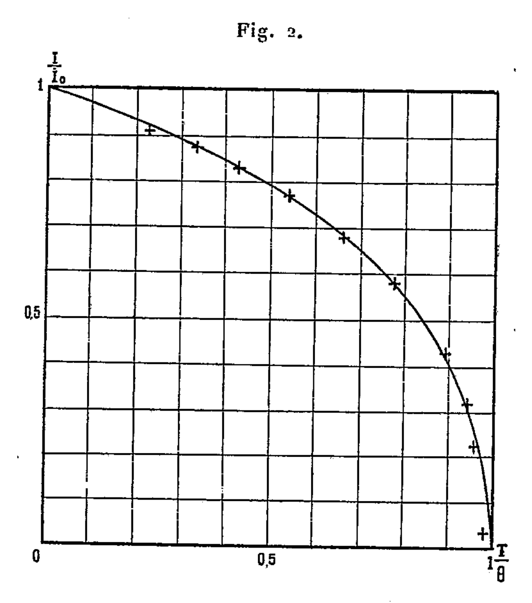


Fig. 2.



la même pour tous les corps, à la condition de considérer les états correspondants caractérisés par $\frac{T}{\theta}$ et $\frac{I}{I_0}$. Cette relation est représentée par la courbe de la figure 2.

II. A l'expérience appartient de montrer si les corps réels rentrent dans le type imaginé.

La relation trouvée par Pierre Curie entre I et T, dans ses remarquables expériences sur le fer, a une parenté évidente avec celle qu'exprime la figure 2, mais elle s'en distingue nettement par une variation relativement moindre de l'aimantation aux basses

températures. La raison en est que le champ relativement faible de 1300 gauss qu'il a employé n'est pas suffisant pour mettre la saturation en évidence aux basses températures.

Pour de nouvelles expériences thermomagnétiques devenues nécessaires, je me suis adressé à la magnétite, dont une étude antérieure m'avait appris qu'elle est sensiblement saturée à 500 gauss et dont la température de disparition du ferromagnétisme, égale à 587°, est aisément accessible.

Les points donnés par l'expérience, faite dans un champ de 8300 gauss, ont été marqués dans la même figure que la courbe théorique. L'échelle à laquelle ces observations ont été représentées a été déterminée, pour les abscisses, de façon à faire coïncider les températures de disparition du ferromagnétisme théorique et expérimentale. L'échelle des ordonnées a été choisie de manière à placer sur la courbe théorique le deuxième point, correspondant à la température ordinaire.

On voit que le premier point seul, correspondant à la température de la neige carbonique, s'écarte un peu de la courbe. La vérification de la théorie est donc tout à fait satisfaisante.

ÉLECTRICITÉ. — *Charge negative à distance d'une plaque métallique éclairée dans un champ électrique.* Note de Mme **Baudeuf**, présentée par M. J. Violle.

Dans une précédente Communication (*Comptes rendus*, t. CXLIII, p. 895), j'ai indiqué les conditions dans lesquelles on peut produire la charge positive à distance d'une plaque éclairée. La présente Note a pour but de faire connaître un phénomène très analogue, la charge négative à distance d'une plaque métallique. Cette plaque, soigneusement isolée, est placée dans un champ électrique de direction convenable et *fourni par une autre plaque éclairée*. Elle peut prendre une charge négative même lorsqu'elle est frappée par les rayons ultra-violets; cette charge peut s'élever à plusieurs centaines de volts si le champ est suffisant. Elle se produit graduellement comme la charge positive, c'est-à-dire que la vitesse de charge, d'abord grande, décroît peu à peu, et finit par devenir nulle lorsque la plaque a acquis un certain potentiel, maximum en valeur absolue, qui est ensuite conservé tant que les conditions de l'expérience demeurent les mêmes.

Ce potentiel maximum est, comme dans le cas de la charge positive, toujours notablement inférieur en valeur absolue à celui de la plaque agis-

sante, et il dépend d'ailleurs de conditions expérimentales analogues. Cette charge se produit sous l'influence des mêmes radiations que la charge positive, mais ici c'est l'éclairement de la plaque agissante P_a qui est seul nécessaire, tandis que celui de la plaque réceptrice P_r est indifférent. Si, entre P_a et P_r, on interpose un écran de verre épais ou de paraffine, la charge négative cesse de se produire. Cependant, si P_r est déjà chargée négativement, bien que le champ produit par P_a n'ait plus la propriété de produire la charge dans ces conditions, il suffit pour empêcher la décharge qui tend à se produire sous l'influence des rayons ultra-violets.

La nécessité absolue d'un champ électrique pour la production de la charge positive a été mise précédemment en évidence. Nous retrouvons cette même nécessité d'un champ convenable dans le cas de la charge négative. Bien plus, en l'absence de tout champ électrique, si l'on place la plaque à l'intérieur d'une cage métallique, maintenue au même potentiel, le phénomène de décharge négative sous l'influence de la lumière ultra-violette ne se produit plus.

Dans ce phénomène, on retrouve des faux équilibres. Les deux plaques étant dans des conditions données de distance et d'éclairement, il existe, pour un potentiel V_a de la plaque agissante, un potentiel V', inférieur en valeur absolue à V_a, tel que, si la plaque réceptrice a un potentiel V_r, inférieur en valeur absolue à V', la charge négative se produit, que P_r soit éclairé ou non, tandis que, pour toutes les valeurs supérieures de V_r, P_r ne se charge pas. Dans ce dernier cas, si la plaque P_r n'est pas éclairée, V_r garde sa valeur; si elle est éclairée, elle se décharge jusqu'à ce que cette valeur limite V' soit atteinte.

Les phénomènes qui se passent autour d'une plaque isolée chargée négativement sont, comme on peut le prévoir, assez différents de ceux qui se produisent autour d'une plaque positive isolée.

Si P_a, au lieu d'être maintenue à un potentiel constant, est isolée après avoir été portée à un potentiel négatif donné, elle perd sa charge négative sous l'influence des rayons ultra-violets, et P_r acquiert une charge qu'elle garde, si elle n'est pas éclairée; si P_r reçoit les rayons ultra-violets, sa charge négative croît, passe par un maximum, pour décroître ensuite, de sorte qu'au bout de quelques minutes les deux plaques sont revenues à l'état naturel. On peut enfin remarquer que si, pendant la charge négative de P_r, on arrête la décharge de P_a en interposant entre la source lumineuse et P_a un écran opaque pour les rayons ultra-violets, la charge de P_r est arrêtée; elle ne reprend que si l'on supprime l'écran.

Les deux phénomènes de charge positive et de charge négative sont régis par une loi générale unique :

Lorsque deux plaques métalliques de nature et d'état convenables sont portées à des potentiels différents, créant entre elles un champ électrique suffi-

samment intense, certaines lumières ultra-violettes, éclairant la plaque dont le potentiel est le moins élevé, font varier l'état électrique des deux plaques; elles diminuent le champ jusqu'à une valeur finale qui dépend des conditions de l'expérience, et qui est ensuite conservée tant que ces conditions demeurent les mêmes.

Cette loi est d'ailleurs conforme au rôle général de la lumière qui tend à détruire ou à atténuer les faux équilibres.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la cryoscopie des solutions de colloïde hydrochloroferrique.* Note de MM. G. **Malfitano** et L. **Michel**, présentée par M. E. Roux.

On a cherché à déterminer, par la méthode cryoscopique, la valeur de masse des particules des colloïdes en général, et de l'hydrate ferrique en particulier (Sabajéneff, Nicolardot). L'abaissement du point de congélation observé dans ces cas est toujours très faible, ce qui peut être expliqué en attribuant à la masse de ces particules des valeurs considérables. Mais faudrait-il encore, pour donner à ces résultats une signification, s'assurer : 1° du point de congélation du liquide intermicellaire, lequel n'est jamais de l'eau pure; 2° du lien entre l'abaissement observé et la concentration en micelles. La technique de la filtration du colloïde hydrochloroferrique au travers des parois en collodion nous a fourni le moyen d'expérimenter dans ces conditions, car elle permet de séparer les particules colloïdales de leur milieu pratiquement inaltéré, et par là même de concentrer la matière colloïdale dans un liquide de composition déterminée.

Nous avons donc pu déterminer le point de congélation d'une solution colloïdale et comparativement celui de son liquide intermicellaire; par différence on devrait ainsi obtenir la valeur Δ attribuable aux micelles. Or, dans toutes nos expériences, cette valeur n'est pas seulement très faible mais tout à fait incertaine, car elle peut être exprimée par des chiffres tantôt positifs, tantôt négatifs.

De plus, les valeurs Δ que l'on trouve pour des liqueurs contenant dans le même liquide intermicellaire des quantités croissantes de matière colloïdale ne paraissent aucunement liées à la concentration en micelles.

Des solutions de $FeCl^3$ à 5 pour 1000 : $\Delta = 0°,200$, $K = 8,5 \times 10^{-3}$, après avoir été chauffées à 115°-120° pendant 15 minutes, deviennent fortement opalescentes et colorées en rouge sombre : $\Delta = 0°,320$; $K = 25 \times 10^{-3}$.

Dans le liquide optiquement vide que l'on obtient par filtration au collodion

$$\Delta = 0°,310; \quad K = 25 \times 10^{-3}.$$

Avec le temps, ce liquide laissé à la température du laboratoire subit des modifications qui se traduisent par des changements dans le point de congélation et la conductibilité : $\Delta = 0°,270$; $K = 21,6 \times 10^{-3}$.

Dans le liquide que l'on filtre à ce moment : $\Delta = 0°,280$; $K = 22,6 \times 10^{-3}$.

Nous avons ainsi des solutions contenant au litre environ (en atomes-grammes $\times 10^{-3}$) $\frac{Fe}{10^3}$ 12-13, $\frac{Cl}{10^3}$ 89-90 sous forme de $FeCl^3$ et HCl; et en plus $\frac{Fe}{10^3}$ 26-27, $\frac{Cl}{10^3}$ 3-4 sous forme colloïdale dont l'abaissement cryoscopique ainsi que la conductibilité doivent être attribués en entier à leur teneur en électrolytes. La différence que l'on pourrait attribuer à la matière colloïdale est une valeur incertaine tantôt positive, tantôt négative, à la limite en tous cas des causes d'erreurs.

Une solution pareille a été réduite par expulsion du liquide intermicellaire à $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{20}$, $\frac{1}{50}$, $\frac{1}{100}$ de son volume primitif. Les liqueurs ainsi obtenues mesuraient respectivement

$\Delta =$	0°,250	0°,255	0°,250	0°,240	0°,240	0°,245
$\frac{K}{10^3} =$	17	15,5	14,5	14	13,7	13,5

Dans ces liquides où la teneur en électrolytes est à peu près constante, et celle en colloïde va en augmentant, les valeurs de l'abaissement cryoscopique et de la conductibilité électrique que l'on doit attribuer à la matière colloïdale sont nettement des chiffres négatifs.

Dans l'échantillon réduit au $\frac{1}{100}$ de son volume primitif, où la quantité de colloïde représente une teneur au litre de $\frac{Fe}{10^3}$ 2600, $\frac{Cl}{10^3}$ 350, l'abaissement cryoscopique est de 0°,035 et la conductibilité de $8,5 \times 10^{-3}$ inférieure aux valeurs obtenues avec le liquide intermicellaire.

En partant d'une solution de colloïde hydrochloroferrique analogue qui, après avoir été réduite à $\frac{1}{10}$ de son volume, a été lavée par filtrations successives avec de l'eau pure ($K < 1 \times 10^{-6}$), on a obtenu une solution colloïdale très stable contenant au litre $\frac{Fe}{10^3}$ 220, $\frac{Cl}{10^3}$ 33,8, $\Delta = 0°,010$, $K = 319 \times 10^{-6}$. Cette liqueur donne par filtration une solution pure de HCl d'un titre inférieur à $\frac{N}{1000}$ et pour laquelle on trouve un abaissement inférieur à 0°,010. Pour aussi faible qu'il soit, l'abaissement attribuable à la matière colloïdale devrait augmenter avec la concentration. Par contre, si en expulsant le liquide intermicellaire par filtration sous pression on réduit cette liqueur à $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{10}$ du volume primitif, on trouve respectivement

$\Delta =$	0°,005	0°,010	0°,005
$\frac{K}{10^6} =$	305	371	575

Dans l'échantillon réduit au $\frac{1}{10}$, nous avons affaire à une liqueur très dense contenant au litre environ $\frac{Fe}{10^3}$ 2300, $\frac{Cl}{10^3}$ 330 qui, vis-à-vis de son liquide intermicellaire, manifestait une pression osmotique équivalente à 2^m d'eau et une conductibilité électrique presque double; son abaissement cryoscopique est cependant pratiquement nul. Il est intéressant de faire remarquer que, si la quantité de Cl qui entre dans la composition de ce colloïde était totalement dissociée, sa concentration étant à peu près $\frac{N}{3}$, l'abaissement devrait être voisin de $\Delta = 0°,600$. Il faut donc conclure que non seulement le fer, mais aussi le chlore ne peuvent se trouver qu'en proportions tout à fait minimes à l'état de dissociation électrolytique.

Ces résultats prouvent : 1° que la méthode cryoscopique ne peut servir à déterminer la masse des micelles, au moins pour le colloïde hydrochloroferrique ; 2° que la présence des micelles doit déterminer des modifications dans l'état d'ionisation des électrolytes du liquide intermicellaire ; 3° enfin, et c'est là l'intérêt principal de ces recherches, que la quantité d'ions en rapport avec les micelles et qui la suivent quand on l'élimine, doit être extrêmement faible, car elle échappe aux mesures cryoscopiques.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le poids atomique absolu du dysprosium.* Note (¹) de M. **Gustave-D. Hinrichs.**

M. G. Urbain vient de publier les résultats de ses déterminations du poids atomique du dysprosium (*Comptes rendus*, t. CXLIII, 1906, p. 598), et il a pris le soin d'indiquer le degré de pureté des produits qu'il a employés. Cette circonstance donne, en ce qui concerne la question des poids *atomiques absolus*, plus d'importance encore au nouveau travail de M. Urbain qu'à son travail sur le poids atomique du terbium que j'ai déjà analysé (*Comptes rendus*, t. CXLII, 1906, p. 1196).

M. Urbain présente *deux séries* de déterminations : la *première* se rapporte à ses traitements de nitrates, la *seconde* à ses traitements d'éthylsulfates. La première ne donne qu'une « *première approximation* » pour « *nous assurer de la constance des poids atomiques des terres rares de notre fractionnement* » tandis que « *les terres qui ont servi* » dans la deuxième série de mesures « *étaient plus pures que les précédentes. En particulier, la fraction* 9 *donnait un oxyde presque rigoureusement blanc* » (*loc. cit.*, p. 599).

Dans ses calculs, M. Urbain a adopté $H = 1,007$ et $S = 32,06$ (*loc. cit.*, p. 600),

(¹) Reçue dans la séance du 29 novembre.

valeurs erronées, ainsi que je l'ai démontré ici-même, depuis 1892. Donc toutes ses valeurs calculées sont par cela même erronées. Il en résulte que ces valeurs calculées sont en désaccord avec les indications de pureté données par M. Urbain. Les moyennes et les variations dans les deux séries sont presque identiques et rien ne ressort du fait chimique essentiel que la fraction 9 est la plus pure de toutes. Ceci démontre, étant donnée l'habileté de ce chimiste, l'inexactitude des méthodes de calcul et des valeurs fondamentales qu'il a adoptées.

Appliquons maintenant, aux résultats d'expérience de M. Urbain, notre méthode de calcul absolu, ainsi que nous l'avons déjà fait pour ses belles déterminations de poids atomique du terbium.

M. Urbain a pesé le sulfate cristallisé et le résidu que laisse ce sel après calcination. Pour Dy = 162,5 exactement, le poids atomique du sulfate cristallisé $Dy^2(SO^4)^3 + 8H^2O$ est 757 et le poids atomique de l'oxyde Dy^2O^3 est 373 exactement; pour les valeurs absolues, H = 1 et S = 32 exactement.

Le *rapport atomique* est donc $\frac{\text{oxyde}}{\text{sulfate}} = \frac{373}{757} = 0,49273$; les analyses de M. Urbain nous donnent les *excès analytiques* (¹) suivants :

Séries.	Fractions.		*Résultats d'expérience* (G. Urbain). Poids en grammes. Sulfate.	Oxyde.	*Calcul des résultats d'expérience* (G.-D. Hinrichs). Rapport analytique.	Excès analytique.
I	35	I....	1,6965 (²)	0,8359	0,49269	− 4
		II....	2,0926	1,0301	226	−47
	38	I....	1,8415	0,9069	248	−25
		II....	1,5519	0,7649	288	+15
	41	I....	2,4955	1,2296	273	0
		II....	1,8130	0,8927	239	−34
II	9	I....	1,8817	0,9271	0,49269	− 4
		II....	1,1164	0,5500	266	− 7
	8	I....	1,7308	0,8528	272	− 1
		II....	2,6038	1,2820	236	−37
	7	I....	1,6942	0,8346	262	−11
		II....	2,1776	1,0726	256	−17

(¹) L'*excès analytique* est l'excès des rapports analytiques sur le rapport atomique, exprimé en unités de la cinquième décimale.

(²) Les *Comptes rendus* (*loc. cit.*, p. 599) donnent la valeur 1,1966. Il y a certainement là une erreur typographique. En partant de la valeur trouvée pour l'oxyde, on trouve pour le sulfate la valeur 1,6965. La valeur trouvée était donc bien 1,6966 qui s'accorde avec la valeur calculée jusqu'au dixième de milligramme.

Les excès analytiques sont en parfaite harmonie avec les indications de pureté données par l'éminent analyste.

Pour la première série (terres provenant des nitrates) les variations des deux déterminations faites pour chaque fraction sont :

N° 35	De — 4 à —47	soit 43
» 38	» —25 à +15	» 40
» 41	» 0 à —34	» 34
	En moyenne	39

Pour la deuxième série (terres provenant des éthylsulfates)

N° 9	De — 4 à — 7	soit 3
» 8	» — 1 à —37	» 36
» 7	» —11 à —17	» 6
	En moyenne	15

La *variation* dans la deuxième série est donc inférieure à la moitié de la variation dans la première. De plus, les *valeurs extrêmes* dans la première série sont —47 et +15, ce qui correspond à une variation totale de 62, alors que les valeurs extrêmes sont, dans la deuxième série, — 1 et —37, ce qui correspond à une variation totale de 36, valeur légèrement supérieure à la moitié de la variation totale dans la première série.

Il est remarquable que la fraction qui a donné les valeurs les plus précises, c'est-à-dire celle qui présente *les moindres excès analytiques, soit précisément la fraction n° 9 que M. Urbain considère comme la plus pure de toutes.*

Une pareille concordance entre l'expérience et le calcul ne saurait être considérée comme fortuite et il faut en conclure que le poids atomique absolu du dysprosium est 162,5 exactement.

CHIMIE. — *Sur un composé colloïdal du thorium avec de l'uranium.* Note ([1]) de M. **Béla Szilard**, présentée par M. Henri Poincaré.

Si l'on précipite un hydrate de thorium avec de l'ammoniac et qu'on le lave très bien avec de l'eau chaude, en mêlant après cela le précipité avec une dissolution d'azotate de l'uranium, le mélange ne subira aucun changement.

([1]) Présentée dans la séance du 3 décembre.

En élevant la température, l'hydrate perd sa couleur blanche et prend une teinte rougeâtre, la dissolution formera un mélange colloïdal avec le précipité.

La présente étude a eu pour objet cette réaction.

Premièrement j'ai essayé de séparer le précipité.

Par filtration on en peut obtenir seulement une très petite partie, il est beaucoup mieux de le centrifuger dans un appareil à 1200 tours par minute. Le précipité ainsi obtenu était séché sans être lavé dans le vide sur l'acide sulfurique, puis le vase était évacué et fermé.

Au bout de quelque temps le corps ainsi préparé se présente sous forme de petites lamelles carmin rougeâtre, brillantes, tout à fait transparentes, même entièrement amorphes sous le microscope.

En voyant cette circonstamce j'ai essayé de préparer autrement le corps.

J'ai trouvé encore deux modes de préparation qui ont démontré que le corps est très bien défini et qu'il est vraiment d'une nature colloïdale.

J'ai employé un vase de fer forgé, muni d'un manomètre à haute tension et d'un thermomètre. Dans l'intérieur de ce vase était placé dans une tasse légèrement couverte le mélange susmentionné. En élevant la température jusqu'à 200° C. et jusqu'à la pression d'au moins 15^{atm}, si la dissolution de l'uranium était assez concentrée, on obtenait dans la tasse un liquide tout à fait clair, renfermant un précipité lourd, rougeâtre, très bien séparable par filtration; le précipité n'est pas lavable à l'eau ni à l'alcool, mais par lavage il passe à l'état de dissolution colloïdale.

Le troisième mode de préparation a enfin déchiffré cette propriété. Si l'on prépare une dissolution de $UO^2(AzO^3)^2$ (d'environ 2 pour 100), si on la fait bouillir en mêlant après cela de temps en temps avec l'hydrate de thorium fraîchement précipité et bien lavé, il ne reste plus qu'un liquide rouge (l'hydrate de thorium lui-même s'est dissous dans le liquide clair). Après cela, on le filtre. La couleur du liquide est rouge brillant, il est très concentré, un peu fluorescent, jamais opalescent. Sa teinte est très semblable à celle de l'érythrosine en solution alcoolique concentrée.

Il est intéressant de noter que cette teinte n'augmente pas son intensité en augmentant la quantité relative de l'uranium. Au contraire, en augmentant la quantité de thorium, la couleur devient d'une intensité plus grande. Cette circonstance semble corroborer l'hypothèse que le corps est un composé.

En neutralisant l'excès d'acide avec de l'ammoniac, la réaction n'a aucun retard. Et, en principe, *la dissolution colloïdale d'hydrate de thorium*

préparée avec de l'azotate de thorium n'a aucune réaction analogue avec de l'azotate d'uranium.

La dissolution avec de l'uranium ainsi mêlée, au bout de 4 heures d'ébullition, n'a aucune teinte rougeâtre. Alors la présence de $Th(AzO^3)^4$ ne peut pas avantageusement influencer la réaction, son rôle est plutôt contraire.

Au lieu de l'azotate d'uranium, on peut aussi bien appliquer le chlorure (UO^2Cl^2), la dissolution ainsi faite n'a pas la même couleur que celle faite avec de l'azotate; elle est un peu jaunâtre rouge.

Pour préparer le composé on peut appliquer aussi l'acétate d'uranium, mais la réaction se fait très lentement, avec du sulfate encore plus lentement.

La dissolution mêlée avec de l'alcool représente une dissolution très claire et stable. Sur la dissolution faite avec de l'eau, le permanganate de potasse n'a aucune action.

Il ne faut pas dessécher le composé en employant une température supérieure à 25° C., parce qu'il se décompose de plus en plus.

Au contraire, le corps une fois séché est très stable, ne se décompose plus, ni par la chaleur, ni par la lumière. Il se dissout sans se décomposer dans l'eau chaude et, dans des acides dilués, il forme les sels correspondants.

En chauffant il perd sa couleur rouge et devient presque noir d'une teinte brillante. Il forme enfin une masse vitreuse, très lourde.

Son poids spécifique est, suivant le mode de préparation : 4,82, 5,45 à 18°,2 C.

Quand le sel ne perdait plus d'eau dans le vide sec, il était soumis aux analyses. 100 parties contenant, suivant le mode de préparation :

Th	72-74	pour 100
U	4- 5,5	»
H^2O	12-13	»
O	10-11	»

Le corps régulièrement préparé, jeté dans l'eau, se brise en petits morceaux, en produisant cependant un sifflement aigu et dégageant un gaz jusqu'ici non déterminé.

Le corps ainsi obtenu puis desséché n'a déjà plus la même propriété.

D'après mes expériences le thorium n'est pas le seul corps qui donne avec des sels d'uranium des composés colloïdaux. Le zirconium et quelques autres ont la même propriété.

CHIMIE. — *Action des silicates alcalins sur les sels métalliques solubles.* Note de M. **Robert Dollfus**, présentée par M. Gaston Bonnier.

A propos de la récente Note de M. Stéphane Leduc, sur la culture de la cellule artificielle de Traube, il me semble intéressant de faire connaître les résultats de quelques expériences que j'ai faites il y a plusieurs années sur l'action réciproque des sels métalliques solubles et des silicates alcalins.

Dans ces expériences, d'ailleurs très faciles à réaliser, j'ai fait réagir en plusieurs cas d'autres substances que celles employées par Traube, en 1865 et 1867, dans ses expériences classiques ([1]).

Dans une solution de silicate de soude ou de potasse, je projette un petit cristal de sulfate ferreux par exemple, peu à peu je vois s'élever de ce cristal une colonne creuse constituée extérieurement de silicate ferreux et intérieurement de solution de sulfate ferreux, cette traînée de solution se ramifie et présente en tous points l'aspect des végétaux artificiels de Traube, de ceux présentés par M. Leduc, tant au point de vue de sa naissance que de son évolution et de sa reconstitution.

Examiné de près, le mécanisme du phénomène est le suivant : le cristal, étant soluble dans l'eau qui a dissous le silicate de sodium, commence par se dissoudre comme s'il était seul, cette solution tend à se répandre dans le liquide ambiant, mais alors intervient l'action chimique énergique du silicate de sodium. Il se forme une enveloppe de silicate ferreux qui laisse pénétrer l'eau, mais qui empêche la diffusion de la solution de sulfate ferreux; celle-ci, en raison de sa densité moindre et de la force osmotique qui l'aide, tend à s'élever; elle est favorisée par l'ascension de petites bulles d'air qui adhéraient au cristal lorsqu'on l'a projeté dans la solution de silicate ; celles-ci entraînent derrière elles, en gagnant la surface libre du liquide, la solution de sulfate ferreux qui continue à se former; la partie du sulfate ferreux en contact avec le silicate se transforme en silicate ferreux à la suite de la bulle d'air.

([1]) Traube, *Centralblatt für medicin. Wissenschaft*, 1865. — *Experimente zur Theorie der Zellbildung und Endosmose* (*Archiv. für Anatomie, Physiologie und Wiss. Medicin.*, von Reichert und Dubois-Reymond, 1867, p. 87).

Cette croissance est donc due à l'effet de trois causes : 1° une force osmotique, 2° une différence de densité, 3° un entraînement mécanique par la bulle d'air; cette dernière paraissant jouer un rôle important. La résultante de ces actions peut arriver à équilibrer l'action de la pesanteur, on voit le cristal projeté dans le silicate ne pas descendre jusqu'au fond du tube d'expérience. On peut souvent, en frappant légèrement le support de ce tube, accélérer le phénomène,

Lorsqu'il n'y a pas de bulle d'air, l'ascension est plus difficile, les traînées sont plus fragiles ou bien il y a seulement grossissement d'une sorte de poche, selon la viscosité du liquide environnant. Lorsque la traînée a atteint la surface libre, le sulfate ferreux s'étale et continue à se transformer en silicate ferreux au contact des deux solutions.

Le phénomène est très général, il se produit avec de nombreux sels métalliques; j'ai obtenu de fort bons résultats avec chlorure de manganèse, azotate d'uranium, azotate de cobalt, sulfate de cuivre, sulfate de nickel, etc., dans des dissolutions de silicates de potassium ou de sodium de viscosités très variées. Il est donc inutile de prendre les précautions dont s'est entouré M. Leduc en ajoutant du chlorure de sodium à sa solution de gélatine et de ferrocyanure, et du sucre à son sulfate de cuivre.

En supprimant le sucre, on obtient de très bonnes expériences. Un milieu absolument inorganique suffit, on peut même supprimer le chlorure de sodium en même temps que le sucre.

Les résultats sont toujours comparables entre eux; pour les expliquer il n'est pas nécessaire de faire appel à des phénomènes de nutrition ni de croissance, car il n'y a ni assimilation, ni augmentation de la quantité de substance initiale, pas d'appareil circulatoire ni de différentiation, le composé chimique formé est le même en tous points, et le phénomène cesse lorsque la réaction s'arrête.

Selon les différences locales de température et la non homogénéité de la solution, ces formations peuvent affecter les formes les plus diverses et les plus contournées.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les composés définis formés par le chrome et le bore.* Note de M. **Binet du Jassonneix**, présentée par M. H. Moissan.

La réduction de l'oxyde de chrome par le bore au four électrique dans des creusets de magnésie permet d'obtenir des fontes contenant de 5 à 17 pour 100 de bore combiné au chrome (1); une étude systématique de leurs propriétés a été faite dans le but de distinguer et d'isoler des composés définis qu'elles pouvaient contenir.

(1) Binet du Jassonneix, *Comptes rendus*, t. CXLIII, 1906, p. 897.

Des échantillons présentant respectivement des teneurs en bore de 4,9, 6,1, 6,8, 7, 7,8, 10,3, 10,7, 10,9 et 11,6 ont été soumis, après porphyrisation, à des traitements par l'acide chlorhydrique dilué. L'attaque se poursuit jusqu'à dissolution complète et l'on constate, au cours de celle-ci, que le résidu contient moins de bore que la fonte initiale. Ces fontes ne sont donc pas homogènes : l'examen au microscope d'une surface polie montre qu'elles sont constituées par deux milieux différents; l'un d'eux, qui présente une teinte plus foncée que l'autre, relativement rare dans la fonte à 4,9 pour 100, devient prédominant dans la fonte à 10,7. Il forme des cristaux microscopiques dans la fonte à 6,1, de plus en plus grands dans les fontes à 7 et 10,7, auxquelles il donne une structure feuilletée que des plans de clivage accusent extérieurement. Un polissage-attaque à l'acide chlorhydrique dilué montre qu'il est plus attaquable que le second milieu, de couleur plus claire, non cristallin, et qui lui sert de ciment. La fonte à 11,6 est presque homogène. L'action du gaz chlorhydrique au-dessous du rouge sombre est inverse de celle de la solution; le résidu de l'attaque des fontes porphyrisées est plus riche en bore que le produit dont on est parti. Les cristaux précédents sont isolés de leur ciment et les fontes, dont la teneur dépasse 7 pour 100, laissent un résidu de composition fixe.

Plusieurs analyses effectuées par la méthode indiquée dans une Note précédente, sur les produits provenant de diverses préparations, ont donné les résultats suivants :

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	Théorie pour Cr^3B^2.
Bo pour 100...	11,9	12,1	12,2	12,2	12,4	12,6	12,3
Cr pour 100...	87,3	87,4	87,7	87,5	»	87,2	87,7

Ces produits ont été refondus dans une nacelle de magnésie au four électrique à tube; l'homogénéité du lingot obtenu et la fixité de sa composition, après plusieurs attaques partielles, ont confirmé l'existence d'un composé défini répondant à la formule Cr^3B^2.

Propriétés du borure Cr^3B^2. — Sa densité est de 6,7 à 15°. Chauffé légèrement, il brûle dans le fluor. Le chlore l'attaque avec incandescence au-dessous du rouge sombre et le gaz chlorhydrique sans incandescence au rouge naissant. L'action du brome est beaucoup moins vive et celle de la vapeur d'iode tout à fait superficielle au rouge. Il se recouvre dans l'air ou l'oxygène, à haute température, d'une légère couche vitreuse de borate. Le soufre à l'ébullition l'attaque sans incandescence; après distillation de l'excès du métalloïde, il reste une poudre d'un noir marron formée de sulfure de bore que l'eau attaque vivement avec dégagement d'hydrogène sulfuré, et d'un mélange de

sulfures de chrome attaquables par l'acide azotique et de borure inaltéré. L'azote est sans action sur lui au rouge blanc. Les acides fluorhydrique, chlorhydrique et sulfurique concentrés ou étendus le dissolvent entièrement à chaud. L'acide azotique et les solutions alcalines ne l'attaquent pas. Il est oxydé avec incandescence par les alcalis ou les carbonates alcalins fondus.

Les fontes de chrome dont la teneur en bore dépasse 12 pour 100 perdent tout aspect cristallin. L'examen des surfaces polies montre que l'homogénéité atteinte au voisinage de 11 pour 100 disparaît dans un milieu teinté de gris, d'abord prédominant; on voit apparaître un second milieu plus blanc, qui augmente avec la teneur en bore et dans lequel se remarquent des inclusions de plus en plus nombreuses de borure de carbone noir.

L'action de l'acide chlorhydrique étendu ou du gaz chlorhydrique au-dessous du rouge laisse des résidus contenant un peu plus de bore que le produit initial, sans présenter une composition constante; au voisinage d'une teneur de 16 pour 100, le premier milieu disparaît presque complètement et ne forme plus que les joints entre les grains du second. Un traitement par le gaz chlorhydrique ou le chlore au-dessous du rouge permet alors d'obtenir à l'état de pureté le composé de saturation CrB. Lorsque l'on essaie de dépasser cette teneur par des essais de fusion avec un excès de bore au four électrique, il se produit seulement du borure de carbone qui se dissout dans la fonte en quantité notable.

Plusieurs préparations ont donné les résultats suivants, déduction faite du léger résidu de borure de carbone séparé après dissolution de la prise d'essai dans l'acide chlorhydrique :

	I.	II.	III.	IV.	Théorie pour CrB.
Bore pour 100.....	17,3	17,2	16,9	17,1	17,4
Chrome pour 100..	82,5	82,5	82,8	82,4	82,6

Propriétés du borure CrB. — Sa densité est de 6,1 à 15°. Ses propriétés chimiques sont très voisines de celles du borure Cr^3B^2; mais, en général, il est plus facilement attaquable. Il prend feu à froid dans le fluor; le soufre à l'ébullition le transforme complètement en sulfure de bore et sulfures de chrome. Dans l'azote au rouge blanc, il se transforme superficiellement en foisonnant en une masse d'un noir grisâtre qui dégage de l'ammoniac sous l'action de la potasse fondue. Enfin, il est attaqué à froid par les acides fluorhydrique, chlorhydrique et sulfurique, même étendus.

En résumé les fontes de chrome borées contiennent deux composés définis Cr^3B^2 et CrB qui se dissolvent respectivement dans un milieu moins riche en bore et qui ne peuvent être isolés à l'état de pureté que dans les fontes à peu près homogènes dont la composition est voisine de la leur.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les protoxydes anhydres des métaux alcalins.* Note de M. E. RENGADE, présentée par M. H. Moissan.

En appliquant au rubidium, au potassium et au sodium la méthode qui m'avait permis d'obtenir le protoxyde de cæsium ([1]), j'ai préparé les protoxydes de ces métaux, que l'on n'avait pu jusqu'à présent avoir à l'état de pureté. Le dispositif employé était le même que précédemment, le tube à robinet étant cependant remplacé par un tube en verre scellé, afin d'assurer le maintien du vide absolu pendant le temps, parfois assez long, nécessaire pour terminer la distillation du métal.

Les expériences qui vont suivre ont été effectuées avec de l'oxygène séché avec soin, sans cependant s'astreindre à éliminer les dernières traces d'eau.

Rubidium. — L'oxygène réagit sur ce métal dès la température ordinaire. En ne faisant arriver le gaz que lentement, on voit le rubidium fondre en un liquide dont la teinte passe progressivement au rouge mordoré sans perdre son éclat métallique. Pour de très petites quantités d'oxygène absorbées, ce liquide ne se solidifie plus à la température ordinaire. Si l'oxydation est poussée un peu plus loin, il se forme par refroidissement de gros cristaux mordorés nageant dans un liquide de même couleur. En chauffant la partie du tube contenant la nacelle après avoir fait le vide à la trompe à mercure, on distille peu à peu le métal en excès. Il ne reste bientôt plus dans la nacelle qu'une masse rouge à aspect métallique qui fait place, si la température est assez élevée, à une matière boursouflée présentant par endroits de petits cristaux peu nets, d'une couleur jaune d'or à chaud, jaune pâle à la température ordinaire.

C'est du protoxyde de rubidium Rb^2O ainsi que le montre le dosage du métal : trouvé, 91,34 pour 100 au lieu de 91,45. Il faut, pour arriver à volatiliser les dernières traces de rubidium, maintenir la nacelle pendant plusieurs jours à 250° environ.

Potassium. — Le potassium se comporte d'une manière différente. Le métal, au moins lorsqu'il a été fondu dans un courant d'anhydride carbonique, même bien desséché, ne se combine pas à froid à l'oxygène sous de faibles pressions. Il faut chauffer un peu pour voir se former sur le métal fondu un voile noir, puis grisâtre, tandis que l'oxygène est absorbé lentement. Si l'on chauffe plus fort, le voile se déchire en un point, le métal apparaît brillant et grimpe instantanément sur les bords de la nacelle en absorbant intégralement l'oxygène, et formant des arborescences volumineuses d'un blanc d'argent, en même temps qu'une partie se volatilise. Le contenu de la nacelle,

([1]) *Comptes rendus*, t. CXLIII, 1906, p. 592.

après refroidissement, est blanc d'argent, mais d'aspect hétérogène : on distingue une masse mamelonnée noyée dans un excès de métal solidifié.

En portant la nacelle à 250°, l'excès de potassium distille, et l'on obtient finalement un oxyde blanc grisâtre, cristallisé confusément, qui est le protoxyde de potassium K^2O (trouvé : K pour 100, 82,78 et 82,91 au lieu de 82,98; O pour 100, 16,82 au lieu de 17,02).

Sodium. — Le sodium s'oxyde moins facilement encore que le potassium. Une fois l'oxydation commencée, si l'on évite une introduction d'oxygène trop rapide qui produirait une incandescence, le métal foisonne et se couvre d'efflorescences blanchâtres. La distillation dans le vide du sodium en excès est assez lente et demande plusieurs jours de chauffe à 260°-280°; il reste une masse blanche, légère, d'apparence amorphe, qui répond bien à la composition du protoxyde Na^2O (Trouvé : O pour 100, 25,36; Na 74,50; calculé : O 25,80; Na 74,20).

Ainsi l'oxydation incomplète des métaux alcalins, suivie de la distillation dans le vide de l'excès de métal, permet de préparer à l'état de pureté les protoxydes anhydres Cs^2O, Rb^2O, K^2O, Na^2O. Mais, tandis que le protoxyde de cæsium s'obtient très facilement en cristaux très nets, on n'observe qu'une cristallisation confuse avec le rubidium et le potassium, et une matière d'apparence amorphe avec le sodium.

Cela peut s'expliquer en admettant que l'oxyde formé est insoluble ou peu soluble dans l'excès de métal, ce qui semble bien correspondre aux faits observés avec le potassium et le sodium. On peut aussi se demander s'il ne se fait pas tout d'abord un sous-oxyde qui se décomposerait dans la suite en laissant distiller une partie du métal; cette interprétation s'accorderait mieux avec les phénomènes présentés par le rubidium. Il pourrait du reste aussi bien se faire des sous-oxydes avec les autres métaux alcalins, et je rappelle que M. de Forcrand [1] a préparé avec le sodium un corps répondant sensiblement à la formule Na^3O. On devrait pouvoir obtenir ces sous-oxydes en opérant la distillation du métal en excès, dans le vide, à une température assez basse pour éviter leur dissociation. La lenteur avec laquelle se subliment dans ces conditions les métaux alcalins ne m'a pas jusqu'ici permis d'avoir des résultats suffisamment nets.

---

(1) De Forcrand, *Comptes rendus*, t. CXXVII, 1898, p. 364.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques sulfates de vanadium tétravalent.* Note de M. GUSTAVE GAIN, présentée par M. A. Ditte.

En dissolvant du V^2O^5 dans de l'acide sulfurique plus ou moins concentré, puis en réduisant ensuite ces solutions par SO^2 et en les faisant évaporer à des températures plus ou moins hautes, MM. Koppel et Behrendt ont pu obtenir ainsi un certain nombre de vanadylsulfates (¹); en suivant un procédé différent, j'ai pu préparer d'autres sulfates appartenant au même groupe.

La matière première employée est la dissolution bleu d'azur obtenue en traitant le mélange de V^2O^3 et de V^2O^4 par une solution saturée de SO^2.

150$^{cm^3}$ environ de cette liqueur sont mis à bouillir avec quelques gouttes d'acide sulfurique. La dissolution perd d'abord du SO^2 en même temps que sa couleur devient de plus en plus foncée; quand apparaissent les premières fumées blanches d'acide sulfurique, elle est portée dans le vide.

Au bout de quelques jours, tout le fond du vase est tapissé d'une couche épaisse de très beaux cristaux de couleur *bleu d'azur*, très difficiles à arracher. Ces cristaux constituent un premier sulfate qui donne à l'analyse :

					Pour 100.	
Matière...	403					
V^2O^5.....	137	d'où	V^2O^4.....	124,94	31	1
SO^4Ba...	441		SO^3......	151,26	37,53	2,5
H^2O.....		par différence	H^2O.....	126,80	31,46	9
					99,99	

et qui peut être représenté par la formule

$$V^2O^4.2,5SO^3.9H^2O, \quad \text{c'est-à-dire} \quad 2V^2O^4.5SO^3.18H^2O.$$

J'ai obtenu un deuxième sulfate en partant du sulfite

$$2V^2O^4,3SO^2,10H^2O \ (^2)$$

dissous dans l'eau en présence d'acide sulfurique. La liqueur est mise à évaporer sur feu doux jusqu'à consistance sirupeuse et ensuite placée dans le vide. Huit jours après, elle avait déposé en grande abondance de beaux

---

(¹) *Z. anorg. Chem.*, t. XXXV, 1903, p. 154-186.

(²) *Comptes rendus*, t. CXLIII, 2e semestre 1906, p. 823.

cristaux de couleur bleu turquoise, qui, à l'analyse, ont donné les résultats suivants :

					Pour 100.	
Matière.	392					
V^2O^5...	120	d'où	V^2O^4....	109,44	27,91	1
SO^4Ba..	464		SO^3.....	159,15	40,59	3
H^2O....		par différence	H^2O....	123,41	31,48	10

sulfate auquel on peut attribuer la formule

$$V^2O^4\,3SO^3\,10H^2O \quad \text{ou} \quad 2V^2O^4, 6SO^3, 20H^2O.$$

Enfin, en opérant de la même façon, mais en présence d'un grand excès d'acide sulfurique, j'ai obtenu un troisième sulfate de couleur *bleu vert*, de formule différente, mais aussi bien cristallisé :

					Pour 100.	
Matière.	396					
V^2O^5...	114	d'où	V^2O^4...	103,96	26,25	1
SO^4Ba..	513		SO^3.....	175,95	44,43	3,5
H^2O....		par différence	H^2O....	116,09	29,31	10
					99,99	

c'est-à-dire

$$V^2O^4\,3,5SO^3\,10H^2O \quad \text{ou} \quad 2V^2O^4, 7SO^3, 20H^2O.$$

L'acide hypovanadique hydraté, rose, $V^2O^4, 2H^2O$ (1), dissous dans l'eau en présence d'acide sulfurique d'abord en petite quantité, puis ensuite en excès, nous conduit, lui aussi, à deux nouveaux vanadylsulfates.

Les liqueurs, qui sont d'un bleu d'azur, très limpides et très claires, sont d'abord évaporées jusqu'à consistance sirupeuse, puis, après refroidissement, placées dans le vide.

Au bout de quelques jours elles déposent des poudres microcristallines de couleur *bleu clair*, la deuxième étant plus claire encore que la première.

Leur composition nous est donnée par les analyses ci-dessous :

					Pour 100.	
1° Matière.	207					
V^2O^5...	52	d'où	V^2O^4...	47,42	22,91	1
SO^4Ba..	301		SO^3.....	103,24	49,87	4,5
H^2O...		par différence	H^2O....	56,34	27,21	10,9
					99,99	

$$V^2O^4\,4,5SO^3\,11H^2O \quad \text{ou} \quad 2V^2O^4, 9SO^3, 22H^2O.$$

(1) *Comptes rendus*, t. CXLIII, 1906, 2e semestre, p. 823.

Pour le deuxième :

					Pour 100.	
Matière.	272					
V^2O^5...	68	d'où	V^2O^4...	56,61	20,81	1
SO^4Ba..	405		SO^3....	138,91	51,07	5
H^2O....		par différence	H^2O....	76,48	28,11	12
					99,99	

auquel on peut attribuer la formule

$$V^2O^4 5 SO^3 12 H^2O \quad \text{ou} \quad 2 V^2O^4, 10 SO^3, 24 H^2O.$$

Ces deux sulfates, si riches en acide sulfurique, sont très avides d'eau et doivent, pour cette raison, être conservés à l'abri de l'humidité.

Comme on le voit, nous obtenons ainsi toute une série de sulfates, contenant des quantités d'acide sulfurique de plus en plus grandes qu'il nous est facile de mettre en évidence :

$2 SO^4(VO)$	$+ 3 SO^4H^2 + 15 H^2O$	bleu d'azur,
»	$+ 4 SO^4H^2 + 16 H^2O$	bleu turquoise,
»	$+ 5 SO^4H^2 + 15 H^2O$	bleu vert,
»	$+ 7 SO^4H^2 + 15 H^2O$	bleu clair,
»	$+ 8 SO^4H^2 + 16 H^2O$	bleu très clair.

Ce groupe de sulfates possède des propriétés spéciales tant au point de vue des relations qui existent entre eux tous, qu'au point de vue de la constitution même de chacun d'eux pris isolément. Nous les avons étudiés au point de vue cristallographique et nous en faisons actuellement l'étude thermochimique.

MÉTALLURGIE. — *Sur l'emploi d'aciers spéciaux dans le rivetage.* Note de M. G. **Charpy**, présentée par M. Alfred Picard.

Dans une Note présentée à l'Académie le 31 juillet 1905, nous indiquions qu'on pouvait exprimer l'influence de l'opération du rivetage sur la qualité du métal des rivets en disant que, suivant l'état initial du métal des rivets, on obtiendra par le rivetage soit une amélioration, soit une détérioration, ou encore que, parmi tous les états sous lesquels l'on peut amener un métal par des traitements thermiques différents, celui qui est produit par le travail du rivetage n'est pas le plus défectueux.

Ce qui précède s'applique principalement à l'acier doux, généralement employé pour la fabrication des rivets; mais on comprend facilement que ces conclusions

peuvent se modifier notablement si l'on considère des métaux de qualités différentes et l'on conçoit, en particulier, la possibilité d'établir une composition d'acier pour laquelle l'opération du rivetage confère automatiquement au métal les qualités les plus avantageuses. On a le plus souvent, en métallurgie, à chercher quel est le traitement thermique qui convient le mieux à un métal de composition donnée, mais on peut aussi se poser le problème inverse et chercher, étant donné un traitement imposé à l'avance par des conditions pratiques, quelle est la composition du métal qui acquerra, par ce traitement, les propriétés les plus avantageuses.

Le traitement thermique d'un acier comprend généralement une trempe et un recuit, la température de cette dernière opération étant principalement variable avec la qualité du métal et les propriétés que l'on cherche à réaliser. Cette température de recuit peut, dans des cas particuliers, être ramenée à la température ordinaire, ce qui revient à dire que l'on pourra supprimer l'opération de recuit et conserver seulement celle de la trempe, ou d'un refroidissement plus ou moins rapide à partir d'une température élevée.

Nous avons étudié différents cas particuliers de ce problème depuis plusieurs années, aux usines Saint-Jacques de Montluçon, sous la direction de M. Léon Lévy, Directeur de la Compagnie Châtillon, Commentry et Neuves-Maisons, et avons indiqué, dès 1901, plusieurs compositions d'acier au chrome-nickel susceptibles d'acquérir le maximum de leurs propriétés par une trempe non suivie de recuit. Ces aciers ont donné lieu à diverses applications. Ils ont permis, notamment, d'obtenir pour la première fois des blindages cémentés minces et complètement dépourvus de fragilité. Sur l'instigation de M. l'Ingénieur en chef Résal, nous avons étudié leur application à l'obtention de rivets à haute résistance.

En raison de l'importance du problème, nous ne nous sommes pas contenté d'épreuves sommaires et avons présenté au laboratoire des Ponts et Chaussées divers échantillons et assemblages qui ont été soumis à des essais sous des efforts de sens constant et sous des efforts alternatifs; l'étude, poursuivie depuis 1903 par M. l'Ingénieur en chef Mesnager, vient d'être résumée dans un rapport inséré aux *Annales des Ponts et Chaussées*, 3e trimestre 1906.

Après avoir rappelé plus haut les principes qui ont servi de base à cette recherche, nous croyons intéressant, sans entrer dans le détail des expériences dont la compétence universellement reconnue de M. Mesnager suffit à attester la valeur, de signaler les conclusions tirées par cet ingénieur et qui sont les suivantes :

« Il semble donc que l'on puisse, sans aucune précaution spéciale,

employer ces rivets dans les ouvrages en les soumettant à une charge 2,5 fois plus forte que celle que l'on impose aux rivets ordinaires.

» L'intérêt d'une pareille substitution n'échappera à aucun des ingénieurs qui ont eu à étudier des ponts de portée un peu considérable. Ils savent tous combien il est difficile de loger la rivure des assemblages. Il suffit d'examiner ces ouvrages pour voir à quelles solutions disgracieuses la sujétion des rivures actuellement en usage conduit le plus souvent. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur quelques procédés de dosage des nitriles et des carbylamines*. Note de M. **H. Guillemard**, présentée par M. Armand Gautier.

On sait, depuis les anciennes recherches de M. Arm. Gautier, que les cyanures métalliques, en réagissant sur les différents agents d'alcoylation, donnent un mélange de nitrile et de carbylamine; certains d'entre eux, comme le cyanure de potassium, donnent presque exclusivement des nitriles, tandis que d'autres, comme le cyanure d'argent, donnent à peu près uniquement des carbylamines. J'ai entrepris l'étude quantitative de cette réaction en cherchant comment varient, en fonction du temps et de la température, les quantités de nitriles et de carbylamines formées.

J'exposerai d'abord dans cette Note les méthodes analytiques que j'ai employées.

Étant donné un mélange de nitrile et de carbylamine, plusieurs réactions peuvent être appliquées au dosage des deux isomères.

M. Gautier a montré que les acides minéraux, en présence de l'eau, décomposent à froid les carbylamines avec formation de formiamides substituées puis de formiates des amines correspondantes; dans les mêmes circonstances les nitriles ne sont pas attaqués. Il suffit donc, pour séparer les deux isomères, d'additionner leur mélange d'acide sulfurique dilué et de distiller jusqu'à disparition de toute odeur de carbylamine: le nitrile distille seul. L'azote de la carbylamine est intégralement retenu. On le dose très facilement en le faisant passer à l'état d'ammoniaque par ébullition prolongée en présence d'acide sulfurique concentré. Quant au nitrile, on l'hydrolyse complètement en le chauffant en tube scellé à 150° pendant 3 heures en présence d'acide sulfurique à 50 pour 100; sa détermination se trouve ainsi ramenée à un dosage d'ammoniaque.

J'ai observé d'autre part que le brome en présence de l'eau, et les hypobromites alcalins, décomposent complètement à froid les carbylamines en dégageant sous forme d'acide carbonique leur carbone bivalent. Ces réactifs sont sans action sur les nitriles.

Le dosage des carbylamines se trouve ainsi réalisé par un simple dosage d'acide carbonique.

J'ai trouvé enfin que les carbylamines décomposent à froid les solutions d'acide oxalique avec mise en liberté de volumes égaux d'acide carbonique et d'oxyde de carbone. Cette réaction s'explique facilement : M. Gautier a montré autrefois que les carbylamines déshydratent les acides organiques; l'acide acétique passe ainsi à l'état d'anhydride acétique; l'anhydride oxalique qui tend à se former, n'étant pas stable, se décompose avec dégagement gazeux. Il est très remarquable que cette décomposition par déshydratation se produise ainsi au sein de l'eau. L'expérience montre que, en présence d'une solution saturée d'acide oxalique, 4^{mol} d'éthylcarbylamine dégagent 3^{mol} de gaz carbonique, ou, ce qui revient au même, décomposent 3^{mol} d'acide oxalique. Cette réaction, comme la précédente, ramène le dosage des carbylamines à un dosage d'acide carbonique. Les nitriles ne sont pas attaqués par l'acide oxalique.

En pratique, j'ai dû, le plus souvent, doser à la fois le nitrile et la carbylamine dans le mélange complexe qui résulte de l'action, en tube scellé, de l'iodure alcoolique sur un cyanure métallique. Le contenu du tube était distillé d'abord en présence d'une solution concentrée de cyanure de potassium alcalinisée par de la potasse. Dans ces conditions, le distillat renferme le nitrile, la carbylamine, de l'iodure alcoolique, de l'ammoniaque et une petite quantité d'acide cyanhydrique. Une seconde distillation en présence de potasse concentrée élimine complètement l'acide cyanhydrique sans altérer les autres corps. Pour doser l'ammoniaque, on ajoute à la liqueur distillée un volume connu d'acide sulfurique titré et, après disparition de l'odeur de carbylamine, on dose volumétriquement l'acide en excès : la différence permet de doser l'ammoniaque correspondante. La présence de carbylamine ne gêne en rien ce dosage, l'acide sulfurique la transformant par simple hydratation partie en éthylformiamide, neutre au tournesol, partie en formiate d'éthylamine. En distillant, on sépare le nitrile et l'on dose ensuite séparément, comme il a été dit plus haut, l'azote revenant à ce nitrile et celui de la carbylamine. Il faut seulement retrancher, de l'azote trouvé pour cette dernière, l'azote ammoniacal.

De nombreuses expériences de contrôle ont montré que l'on peut obtenir par ces méthodes des résultats suffisamment précis; elles permettent de doser de petites quantités de nitriles et de carbylamines mélangées, avec une erreur en moins qui atteint rarement et ne dépasse jamais 1,5 pour 100.

J'exposerai prochainement les résultats que j'ai obtenus en appliquant cette méthode à l'étude de l'alcoylation des cyanures et à celle des phéno-

mènes de polymérisation et d'isomérisation que présentent les carbylamines.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Nouveau dosage du soufre libre.* Note de M. E. **Berger**, présentée par M. G. Lemoine.

Les procédés d'attaque du soufre indiqués dans les Traités d'analyse, eau de brome, acide chlorhydrique et chlorate de potasse, etc., sont longs et pénibles, même avec du soufre très divisé. Je propose d'employer *de l'acide azotique fumant, additionné d'un peu de bromure de potassium;* le brome mis en liberté dissout le soufre et le bromure de soufre est décomposé aussitôt par l'excès d'acide. Ce réactif agit à froid, en quelques minutes, même sur du soufre en petits cristaux. Le produit de l'attaque est constitué par de l'acide sulfurique.

Il se forme probablement aussi un peu d'un acide suroxygéné du soufre, peut-être l'acide monopersulfurique. Si, en effet, l'on étend la liqueur obtenue et si l'on précipite par l'azotate de baryte, la liqueur filtrée, d'abord parfaitement limpide, laisse peu à peu déposer du sulfate de baryte, surtout à chaud. J'attribue cette particularité à la présence d'un acide suroxygéné se décomposant peu à peu. La liqueur d'attaque neutralisée ne donne pourtant pas la réaction des persulfates (précipité brun avec une solution d'aniline à 2 pour 100).

Quoi qu'il en soit, cet acide suroxygéné étant décomposé par la chaleur, tout le soufre peut être transformé en sulfate de baryte.

Pratique du dosage. — On pèse dans une petite capsule un échantillon de matière à doser contenant de $0^g,1$ à $0^g,2$ de soufre. On la recouvre de 10^{cm^3} d'acide azotique fumant et l'on y projette de $0^g,5$ à 1^g de bromure de potassium pur. Au bout de quelques minutes on évapore au bain-marie à siccité et l'on reprend deux fois ou trois fois par quelques centimètres cubes d'acide chlorhydrique en évaporant chaque fois, de façon à se débarrasser de l'acide azotique.

On redissout alors dans l'eau et l'on précipite à la manière ordinaire par le chlorure de baryum étendu et chaud, en ayant soin de laisser bouillir avant de filtrer jusqu'à ce que la liqueur surnageante soit complètement limpide.

Trois dosages effectués de cette manière sur du soufre en canons, m'ont donné des résultats très concordants.

Conclusions. — Le procédé indiqué constitue un mode de dosage rapide du soufre métalloïdique. Il peut s'appliquer lorsque dans le dosage des sulfures naturels l'attaque par l'acide nitrique laisse un résidu de soufre. Il convient aussi lorsque les matières où l'on veut doser le soufre contiennent d'autres substances que lui, solubles dans le sulfure de carbone; c'est, par exemple, le cas des masses de Laming épuisées où le soufre extrait par le sulfure de carbone est souillé de matières goudronneuses.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le poids moléculaire de l'élatérine.* Note de M. A. Berg, présentée par M. H. Moissan.

Il y a quelques années, en 1897, je fus amené à étudier l'élatérine, principe actif retiré presque simultanément de l'élatérium en 1831 par Hennell (1) et Morriès (2) et de nouveau préparé par Zwenger en 1842 (3).

J'avais préparé à ce moment une assez grande quantité de ce corps, destiné à l'étude chimique. Ayant dû interrompre ce travail, je ne publiais pas alors les premiers résultats obtenus et ce n'est que dernièrement, après les avoir complétés, que je les présentai le 7 mars 1906 à la Section marseillaise de la Société chimique de Paris. Un Mémoire fut inséré ensuite dans le *Bulletin* de cette Société (4).

Je continuais cette étude quand parut, dans les *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft,* un travail de M. J. Pollak sur le même sujet, daté du 1er octobre 1906 (5).

Dans ce travail, l'auteur, après avoir signalé ma publication, se borne à reproduire une partie de mes recherches et arrive aux mêmes résultats, sauf en ce qui concerne le poids moléculaire.

Voici succinctement les conclusions auxquelles j'arrivais dans mon travail :

Zwenger, en 1842, avait attribué à l'élatérine la formule $C^{20}H^{28}O^{5}$. M'étant rendu compte que le poids moléculaire de ce corps devait être plus élevé que celui qui découle de cette formule, je déterminai la grandeur moléculaire par plusieurs méthodes et proposai la formule $C^{28}H^{38}O^{7}$ avec le poids moléculaire 486.

1° La cryoscopie dans le phénol m'a donné les nombres 464 et 473.

2° L'élatérine réagit sur l'anhydride acétique pour donner un dérivé diacétylé. En

(1) *Journ. of the Roy. Institut,* t. I, 1831, p. 352.

(2) *Edimb. Med. Surg. Journ.,* t. XXXV, 1831, p. 339.

(3) *Ann. Pharm. Chem.,* t. XLIII, 1842, p. 359.

(4) *Bull. Soc. chim.,* 3e série, t. XXXV, p. 403 et p. 435.

(5) *Berichte der deut. chem. Gesell.,* 1906, p. 3380.

partant de poids connu des deux corps et dosant, après l'action, l'excès d'anhydride acétique. J'obtins un poids moléculaire égal à 492 qui s'accorde avec la formule ci-dessus.

Ceci fut encore appuyé par la cryoscopie du dérivé acétylé dans l'acide acétique.

3° L'élatérine traitée par une solution alcoolique de potasse subit un dédoublement en acide acétique et en une nouvelle substance que j'ai nommée *élatéridine*. En dosant par la méthode de Duclaux l'acide acétique formé dans cette réaction, j'obtins également des nombres en accord avec $C^{28}H^{38}O^{7}$.

Dans son travail, M. J. Pollak retrouve, par cryoscopie dans le phénol, les nombres 445 et 476 comparables aux miens, mais, par ébullioscopie dans le bromure d'éthylène, il ne trouve plus que 354.

Employant le même procédé que moi, il dose aussi l'acide acétique provenant de l'action de la potasse et trouve des nombres qui, comme le précédent, s'accorderaient avec la formule de Zwenger.

Devant cette affirmation de M. J. Pollak, j'ai de nouveau répété mes expériences et obtenu les mêmes résultats que j'avais obtenus précédemment.

La formule $C^{20}H^{28}O^{5}$ exige que 100 parties d'élatérine fournissent 17,24 parties d'acide acétique, tandis que la formule $C^{28}H^{38}O^{7}$ n'en exige que 12,34. Or, il ne m'a jamais été possible de constater la formation d'une proportion d'acide acétique supérieure à 12 pour 100, quelles que soient les précautions prises et en opérant sur des quantités notables d'élatérine (de 1^{g} à 2^{g}). Mes nombres ont toujours été compris entre 11 et 12 pour 100.

Je maintiens donc sur ce point mes conclusions précédentes.

Mais voici encore une preuve qui me paraît inattaquable en faveur de la formule que j'ai proposée.

Par une action plus prolongée de la potasse, l'élatéridine formée en premier lieu se transforme en un acide, l'acide élatérique, dont j'ai préparé un assez grand nombre de sels. Dans quelques-uns d'entre eux, ceux qui me présentaient les meilleurs caractères de pureté, j'ai dosé le métal contenu. J'ai ainsi obtenu :

Pour le sel de soude....	Na	4,80 %	»	»
» cadmium.	Cd	11,21	11,18	11,27 %
» cuivre...	Cu	6,53	6,76 %	»

L'acide élatérique étant monobasique, ces nombres donnent pour ce corps le poids moléculaire moyen 447. Or, l'acide élatérique étant un produit de dédoublement de l'élatérine avec séparation d'acide acétique, le poids moléculaire de cette dernière ne peut être que supérieur à celui de

l'acide, ce qui est en désaccord absolu avec la formule de Zwenger et coïncide avec la mienne.

En résumé, je maintiens donc, pour l'élatérine, la formule $C^{28}H^{38}O^{7}$.

M. J. Pollak dit, dans son Mémoire, qu'il publie ses résultats pour prendre date en vue des travaux ultérieurs. Je ferai remarquer que la question de priorité ne saurait être posée, la publication de cet auteur étant postérieure à la mienne et mes premiers résultats remontant à 1897.

Je continue cette étude et principalement celle d'un composé obtenu par l'action de l'hydroxylamine qui semble indiquer la présence d'une fonction acétone dans l'élatérine.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Contribution à l'étude des acides hydroxamiques.* Note de M. R. MARQUIS, présentée par M. H. Moissan.

Lossen a montré (¹) que les sels alcalins des acides dihydroxamiques sont décomposés par l'eau en donnant naissance à une urée disubstituée symétrique.

Thiele et Pickard (²) ont généralisé cette réaction et l'ont interprétée en admettant la formation transitoire d'un isocyanate, que l'eau transforme en urée :

$$R - C\begin{matrix}\diagup OK \\ \diagdown NO.COR'\end{matrix} \rightarrow R'CO^2K + R - CNO \rightarrow R - N = C = O.$$

La formation d'isocyanate nécessite une migration moléculaire semblable à celle de Beckmann, migration qui, d'après Hantzsch (³), se formule ainsi :

$$\begin{matrix} R - C\diagdown \\ \| \quad \rangle O \\ N\diagup \end{matrix} \rightarrow \begin{matrix} C = O \\ \| \\ R - N \end{matrix}$$

I. Il était intéressant, pour mettre en évidence cette formation d'isocyanate, de soumettre directement à la migration de Beckmann un acide hydroxamique. J'y suis arrivé en employant le procédé classique de Hantzsch, mais en remplaçant le perchlorure de phosphore par le chlorure de thionyle.

(¹) *Berichte*, t. XXVII, p. 1481.
(²) *Lieb. Ann.*, t. CCCIX, p. 189.
(³) *Berichte*, t. XXVII, p. 1256

J'ai pu ainsi transformer l'acide benzhydroxamique en isocyanate de phényle. La réaction peut se formuler comme suit :

$$\begin{array}{l} C^6H^5-C-OH \\ \quad\quad\;\; \| \qquad\quad + SOCl^2 \\ \;\; HO-N \end{array}$$

$$= SO^2 + HCl + \begin{array}{c} C^6H^5-C-OH \\ \| \\ Cl-N \end{array} \rightarrow \begin{array}{c} Cl-C-OH \\ \| \\ C^6H^5-N \end{array} \rightarrow HCl + \begin{array}{c} C=O \\ \| \\ C^6H^5-N \end{array}$$

En pratique, cependant, les choses ne se passent pas aussi simplement. Tout d'abord, lorsqu'on traite directement, sans solvant, l'acide benzhydroxamique par le chlorure de thionyle, la réaction, nulle à froid, s'amorce rapidement au bain-marie, devient d'une violence extrême et se termine par une explosion.

Si l'on opère au sein de l'éther, dans lequel l'acide benzhydroxamique est presque insoluble, on s'aperçoit que, en ajoutant une molécule de chlorure de thionyle et en chauffant un peu, l'acide se dissout sans qu'il y ait de dégagement gazeux. Il se forme un produit d'addition de l'acide benzhydroxamique et du chlorure de thionyle.

Ce produit, qu'on peut isoler en évaporant l'éther à froid, à l'abri de l'humidité, est une masse blanche cristalline, soluble dans l'éther et dans le benzène, fusible au-dessous de 100°. Sa grande altérabilité ne m'a pas permis de l'analyser. Lorsqu'on la chauffe au bain-marie en quantité supérieure à quelques grammes, elle se décompose avec explosion en acides sulfureux et chlorhydrique et isocyanate de phényle.

Cette décomposition devient régulière au sein du benzène bouillant. On peut ensuite, par fractionnement, isoler de l'isocyanate de phényle pur. Ce dernier a été caractérisé en le transformant, par l'aniline, en diphénylurée et, par la *p*-toluidine, en *p*-tolylphénylurée.

Le point de fusion de la *p*-tolylphénylurée est indiqué comme situé à 212° (¹) ou à 214° (²). Je l'ai trouvé, au bloc Maquenne, de 221°; plus exactement, la *p*-tolylphénylurée fond à 218°, puis se solidifie pour fondre définitivement à 221°.

II. L'acide salicylhydroxamique (³) se conduit, sous l'action du chlorure de thionyle, comme l'acide benzhydroxamique; mais on n'observe pas, ici, la formation d'isocyanate.

En opérant au sein du benzène, car l'action directe est d'une violence explosive, on obtient presque quantitativement de l'oxycarbanile $C^6H^4\langle{}^{O}_{N}\rangle C.OH$. Il est probable

(¹) Paal et Vanvolxem, *Berichte*, t. XXVII, p. 2426; Bush et Frey, *Ibid.*, t. XXXVI, p. 1374.

(²) Dixon, *Proc. chem. Soc.*, n° 229.

(³) Le point de fusion de cet acide est indiqué par Jeanrenaud (*Berichte*, t. XXII; p. 1274) comme situé à 169°. J'ai trouvé qu'un échantillon bien pur (N trouvé : 9,30, calculé : 9,15) fondait sur le bloc à 179°-180° en se décomposant.

que, dans la dernière phase de la réaction, l'élimination d'acide chlorhydrique se fait aux dépens de l'hydrogène de l'oxhydrile phénolique

$$C^6H^4\begin{cases}OH \\ \quad Cl \\ N = C - OH\end{cases} = HCl + C^6H^4\langle{}^{O}_{N}\rangle C - OH.$$

L'oxycarbanile, fusible à 138°, a été caractérisé par son dérivé benzoylé, fusible à 173° (¹).

Son dérivé acétylé est indiqué comme fondant à 95° (²) ou à 97°-98° (³). Je l'ai préparé plusieurs fois et l'ai toujours vu fondre à 91°.

III. Je n'ai pas trouvé, dans l'action du chlorure de thionyle sur l'acide benhydroxamique, le produit de condensation, qui aurait pu prendre naissance, de l'isocyanate de phényle avec l'acide benzhydroxamique.

J'ai préparé ce produit, à titre documentaire, en condensant les matières premières en quantités équimoléculaires, au sein de la pyridine.

L'*acide phénylcarbamylbenzhydroxamique* $C^6H^5 - C\begin{cases}OH \\ NO.CO.NH.C^6H^5\end{cases}$ cristallise dans l'alcool en fines aiguilles feutrées qui se résolvent, au bout de peu de temps, en petits cristaux grenus, limpides. Il fond à 209°-210° en se décomposant (N pour 100, trouvé : 10,99; calculé : 10,93).

J'ai aussi préparé l'*acide phénylcarbamylsalicylhydroxamique*

$$C^6H^4\begin{cases}OH \\ C\begin{cases}OH \\ NO.CO.NH.C^6H^5.\end{cases}\end{cases}$$

Il cristallise dans un mélange à parties égales d'alcool et de benzène, en aiguilles plates, nacrées, se colorant rapidement à la lumière en rouge intense. Il fond en se décomposant à 181°, c'est-à-dire presque à la même température que l'acide salicylhydroxamique (N pour 100, trouvé : 10,48; calculé : 10,29).

Le sel alcalin de cet acide, chauffé en solution aqueuse, se décompose suivant la règle établie par Thiele et Pickard (*loc. cit.*) en donnant de l'aniline et de l'oxycarbanile.

(¹) RANSOM, *Berichte*, t. XXXI, p. 1065.

(²) KALCKHOFF, *Berichte*, t. XVI, p. 1829; GRAEBE et ROSTOVZEFF, *Ibid.*, t. XXXV, p. 2747.

(³) G. BENDER, *Berichte*, t. XIX, p. 2270.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouveau mode de formation de composés organiques du phosphore.* Note de M. J. BERTHAUD, présentée par M. A. Haller.

a. Quand on chauffe en tube scellé du phosphore blanc avec de l'alcool méthylique (en quantités correspondant à 1^{at} de l'un et 2^{mol} de l'autre environ), à une température qui n'est pas inférieure à 250°, pendant quelques heures, le phosphore disparaît complètement. On recueille des gaz renfermant de l'hydrogène phosphoré et des phosphines; au fond des tubes se trouve une masse concrète incolore, dans laquelle il y a de l'acide phosphorique, un peu d'acides phosphiniques, mais qui renferme surtout de l'hydrate de tétraméthylphosphonium.

Les gaz ont été caractérisés par leur absorption au moyen du chlorure cuivreux en solution chlorhydrique, leur inflammation au contact des vapeurs de brome et d'acide nitrique fumant, enfin par les produits de leur oxydation, qui sont l'acide phosphorique et un mélange d'acides phosphiniques où l'acide monométhylé prédomine de beaucoup.

L'acide monométhylphosphinique $O:P:(OH)^2.CH^3$ a été caractérisé sous forme de sel de plomb $O:P(O^2Pb)CH^3$, tandis que l'hydrate de tétraméthylphosphonium $(CH^3)^4P.OH$ l'a été par son chloroplatinate $[(CH^3)^4PCl]^2PtCl^4$.

b. L'action du phosphore sur l'alcool éthylique est en tout semblable à celle qui vient d'être décrite, concernant l'alcool méthylique; on recueille cependant une quantité un peu plus considérable de phosphine monoalcoylée, sous forme d'un liquide mobile, très oxydable, bouillant vers 30° et donnant par oxydation de l'acide monoéthylphosphinique, mêlé à des corps plus riches en carbone.

L'hydrate de tétraéthylphosphonium $(C^2H^5)^4P.OH$ a pu être caractérisé par son chloroplatinate $[(C^2H^5)^4PCl]^2PtCl^4$.

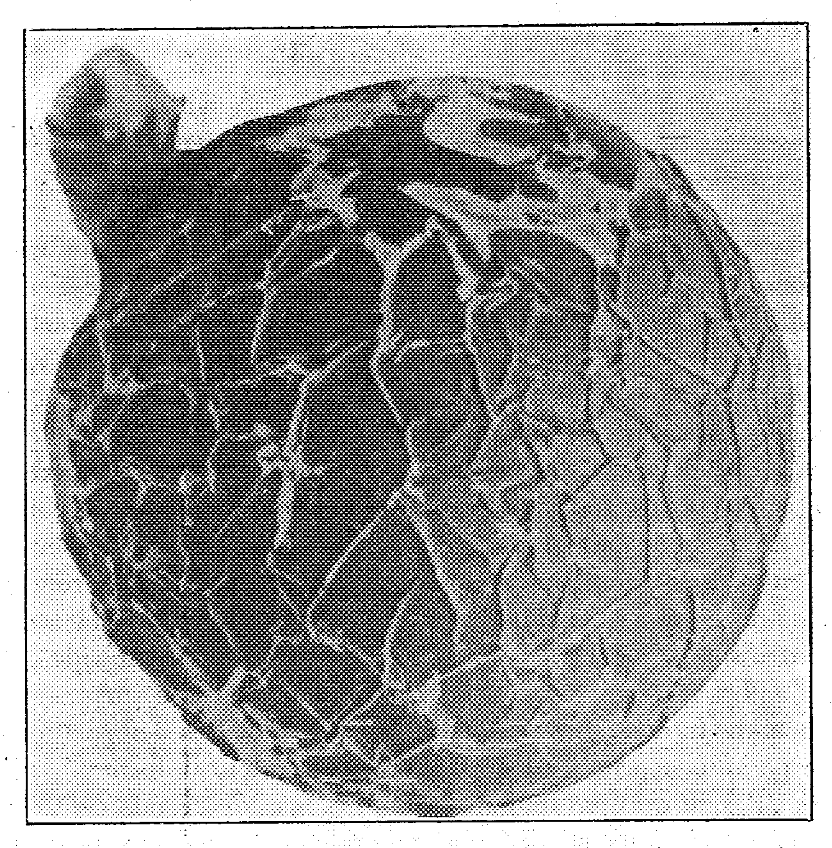
En résumé, par l'action directe du phosphore blanc sur les alcools méthylique et éthylique, en tube scellé, à une température d'au moins 250°, on obtient de l'hydrogène phosphoré, un peu de phosphines, ainsi que les produits d'oxydation de ces corps, l'acide phosphorique et les acides phosphiniques; environ 20 à 30 pour 100 du phosphore mis en réaction fournissent des hydrates de tétraméthyl- et tétraéthylphosphonium; dans le cas de l'alcool éthylique, la quantité de phosphine monoalcoylée est assez considérable et représente environ 20 pour 100 du phosphore total.

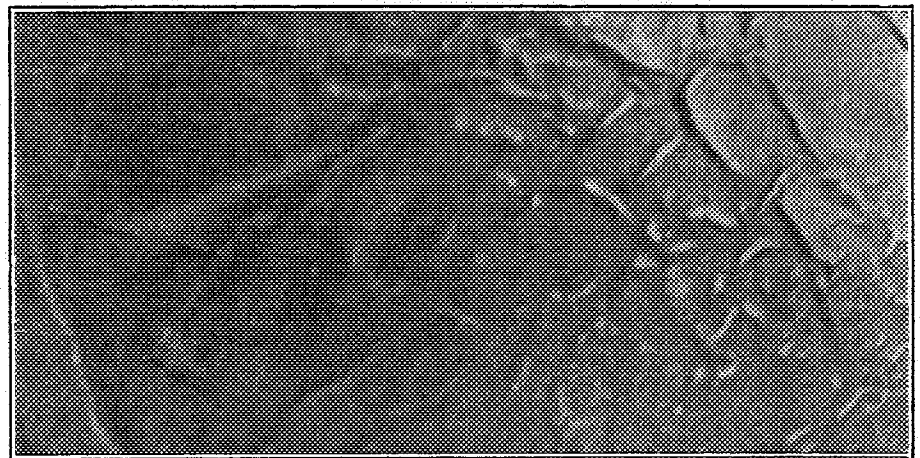
Nous nous proposons d'étendre cette étude à d'autres alcools et de rechercher quelle est l'action du phosphore, dans des conditions ana-

logues, sur des corps possédant d'autres fonctions que la fonction alcoolique.

MINÉRALOGIE. — *Reproduction expérimentale de plissements lithosphériques*. Note de M. HIRTZ, présentée par M. Michel Lévy.

La seule hypothèse plausible capable d'expliquer les déformations lithosphériques d'une planète est celle du retrait général de l'ellipsoïde sous l'influence du refroidissement, avec perte graduelle de surface. On peut essayer de reproduire les conditions naturelles de la façon suivante, en partant de la notion d'un fluide central. Deux ballonnets de caoutchouc sont inclus l'un dans l'autre et gonflés simultanément; ils entrent en contact parfait et prennent une forme sphéroïdale. La surface externe est alors recouverte de paraffine qui adhère bien au caoutchouc et qui le rend rigide. En laissant l'air s'échapper lentement du ballonnet intérieur, on obtient une diminution de volume avec conservation de la forme géométrale; on force alors l'enveloppe externe (lithosphère) à s'adapter constamment à son support (noyau planétaire) soit en faisant le vide entre les deux membranes, soit en soumettant l'ensemble à une surpression dans une enceinte fermée. Les résultats observés sont des déformations de la couche paraffinée primitivement lisse, qui affectent la forme de *plis*. Ces plis se disposent presque toujours selon des arcs de grands cercles; après un certain trajet, ils se divisent généralement en deux branches qui subissent à leur tour le même sort, de telle façon qu'un segment rectiligne quelconque a ses deux extrémités bifides. Il résulte de cette disposition une série de contours fermés. Ces polygones, simples ou élémentaires, ont des périmètres dont le nombre de côtés varie de trois (minimum) à huit (maximum) en contour convexe, avec fréquence prédominante pour les pentagones irréguliers; ils se groupent en polygones *composites*. Ceux-ci, qui présentent le même nombre de côtés que les premiers, lorsqu'ils ne sont pas étoilés, sont subdivisés par des nervures *à tendance radiale* concourant soit vers un centre unique, soit vers une fossette ou *ombilication*. Ils atteignent des dimensions *de même ordre* pour une expérience donnée et s'emmaillent les uns dans les autres (*périmètres à centres*). Ils peuvent s'allier plus étroitement encore et devenir radiés-ombiliqués. Les deux premières formes sont les plus fréquentes; d'autres polygones plus rares sont segmentés par des cloisons parallèles; d'autres encore con-





tiennent une quantité de petites alvéoles séparées par des nervures quadrillées. Autour de chaque centre, des ondes de plissement s'ébauchent, comparables aux ondes d'une surface liquide produites par la chute d'un corps.

On retrouve toujours des polygones semblables aux quelques types décrits, quel que soit le nombre des expériences effectuées, leur modalité et *la nature de la substance employée,* pourvu que celle-ci soit suffisamment rigide. Dans des conditions spéciales (adhérence plus grande des membranes ?), d'autres tentatives laissent voir, au lieu de rides continues, des formes en chaînons interrompus, et alors apparaissent des enceintes à intumescence médiane qui peuvent revêtir dans certains cas une forme arrondie ou ovalaire avec piton central; dans d'autres essais, les déformations se font presque exclusivement en mamelons isolés, groupés en chaînes cycliques, absolument comparables à des formes du même type situées aux bords de certaines mers de notre satellite.

La tendance manifeste au parallélisme et à la gémination de certains plis a été assez fréquemment notée.

La disposition des plis paraît ne pas être livrée au hasard, mais obéir à une orientation définie; l'auteur a déduit de cette considération une théorie nouvelle sur laquelle il se propose de revenir et qui diffère essentiellement de celle d'Élie de Beaumont que peut évoquer l'idée de polygonation.

Les aspects expérimentaux se rapprochent beaucoup des formes observées à la surface de la Lune; dans certains cas on peut dire qu'il y a presque identité, en particulier pour les enceintes à piton central ou cirques et les chaînes cycliques de mamelons. Aussi peut-on essayer d'interpréter le relief sélénite en partant de l'observation attentive des essais de laboratoire; on arrive alors à une conception simple et satisfaisante au point de vue mécanique, sans avoir besoin de faire intervenir d'autres facteurs que la pesanteur et les actions dynamiques tangentielles qui en sont la conséquence.

MINÉRALOGIE. — *Sur l'origine des enroulements hélicoïdaux dans les corps cristallisés.* Note de M. **Fred Wallerant**, présentée par M. de Lapparent.

Dans une Note précédente, j'ai décrit les enroulements hélicoïdaux, obtenus en ajoutant à une substance fondue un corps étranger, suscep-

tible de se dissoudre dans cette substance. Depuis j'ai pu établir que le corps étranger, pour déterminer l'enroulement, devait être doué du pouvoir rotatoire.

Si, en effet, l'on ajoute de l'acide tartrique droit à la malonamide, à l'acide glycolique, à la résorcine, à l'hydroquinone, ces substances présentent des enroulements dextrogyres; ces enroulements sont au contraire lévogyres, si l'on ajoute de l'acide tartrique gauche. L'acide racémique ne produit aucun effet.

Mais, de ces exemples, il ne faudrait pas conclure que l'enroulement de la substance est toujours de même sens que le pouvoir rotatoire du corps étranger : tout ce que l'on peut dire, c'est que deux corps isomères, dont les pouvoirs rotatoires sont de sens différents, déterminent des enroulements de sens contraires. Et, en effet, la modification peu biréfringente de la résorcine s'enroule dans le sens lévogyre sous l'influence de l'acide tartrique droit et dans le sens dextrogyre sous l'influence de l'acide tartrique gauche. De même dans une préparation de malonamide, à laquelle on a ajouté de l'acide santonique lévogyre, on obtient des enroulements dextrogyres de la modification biaxe et des enroulements lévogyres de la modification uniaxe.

On voit donc que, si l'enroulement est occasionné par la présence du corps actif, le sens de cet enroulement est déterminé non seulement par le signe du corps actif, mais encore par certaines particularités, jusqu'ici ignorées, de la substance qui s'enroule. Il n'y a donc pas lieu de s'étonner du fait suivant : la modification instable de l'acide glycolique, cristallisant entre deux lames de verre, donne naissance à des sphérolites constitués, non de fibres, mais de cristaux disposés symétriquement par rapport au centre du sphérolite. Or, si l'on ajoute à cette substance l'un des corps suivants : acide santonique lévogyre, camphre ordinaire dextrogyre, citronnellal dextrogyre, etc., l'enroulement se produit en sens contraires dans deux secteurs opposés par le sommet, de façon que la symétrie par rapport au centre soit conservée.

Je terminerai en faisant remarquer, sans vouloir faire de comparaison sur l'importance des faits, que ces enroulements constituent, avec la dissymétrie des formes cristallines découverte par Pasteur, les seules manifestations matérielles connues de la dissymétrie des corps actifs.

MINÉRALOGIE. — *Sur les figures de corrosion.* Note de M. P. GAUBERT, présentée par M. A. Lacroix.

Les cristaux d'acide phtalique hydraté $C^6H^4(CO^2H)^2$ sont remarquables par la façon dont leurs faces dominantes sont sous la dépendance de la nature du dissolvant et de la présence de matières étrangères dissoutes dans l'eau mère, à tel point qu'on a pu comparer ce corps à la calcite pour la variété de ses formes. J'ai montré que les figures de corrosion elles-mêmes variaient avec la nature du dissolvant. Produites par l'action de l'alcool pur, de l'éther, etc., elles sont très allongées parallèlement à l'arête $g^1e^1(010)(011)$, alors qu'avec l'eau c'est suivant l'arête

$$\left(d^1 d^{\frac{1}{3}} h^{\frac{1}{4}}\right) g^1 [214:010].$$

Je me suis proposé d'examiner l'influence, non plus de ces dissolvants considérés individuellement, mais de leurs mélanges et en particulier de celui d'alcool et d'eau. Dans ce but, deux séries d'expériences ont été faites :

1° Des cristaux d'acide phtalique ont été attaqués pendant une demi-minute environ par des mélanges en proportions déterminées d'alcool éthylique et d'eau. La forme des figures de corrosion ainsi produites est intermédiaire entre celle déterminée par l'alcool absolu et par l'eau pure, mais l'influence de l'alcool est beaucoup plus grande que celle de l'eau, de telle sorte que les figures sont toujours allongées suivant l'arête g^1e^1 : leur largeur augmente avec la proportion de l'eau. Ces figures sont beaucoup plus nettes que celles obtenues avec l'un ou l'autre de ces liquides; habituellement elles sont limitées par quatre faces parallèles deux à deux, appartenant respectivement aux zones g^1e^1 et $g^1\left(d^1 d^{\frac{1}{3}} h^{\frac{1}{4}}\right)$.

2° Au lieu de dissoudre l'acide phtalique dans un mélange fixe d'alcool et d'eau, on fait varier progressivement la quantité de l'un des deux corps. Un des procédés le plus commode est de mettre sur les cristaux d'acide phtalique placés sur la lame porte-objet de l'alcool additionné d'eau. L'alcool s'évaporant, le liquide qui reste devient de plus en plus aqueux. On peut suivre ainsi progressivement la variation des formes des figures de corrosion à mesure que la composition du liquide d'attaque se modifie. D'abord caractéristiques des figures de corrosion données par l'alcool, elles s'élargissent bientôt dans la direction $g^1\left(d^1 d^{\frac{1}{3}} h^{\frac{1}{4}}\right)$, s'arrondissent et finalement prennent un contour elliptique. En faisant varier la rapidité de l'évaporation, on peut aussi faire varier ces figures de corrosion.

Il se produit donc un phénomène analogue à celui que j'ai observé pendant l'accroissement des cristaux d'acide phtalique. Ceux-ci déposés par

l'alcool absolu ont des formes différentes de celles des cristaux obtenus avec l'eau et à chaque mélange déterminé de ces deux liquides correspond un facies particulier des cristaux, les faces étant toujours planes; mais, si la proportion d'alcool diminue progressivement, il y a modification continue de certaines faces qui sont remplacées par des faces courbes.

Le mode de production des faces courbes limitant les figures de corrosion des cristaux d'acide phtalique permet d'expliquer la courbure des faces des figures de corrosion de beaucoup de minéraux et en particulier de la calcite. Celle-ci donne avec l'acide chlorhydrique des cavités polyédriques, dont les parois sont tantôt planes et tantôt courbes. En outre, ces figures varient aussi avec la nature du corrosif, avec le degré de dilution de ce dernier et avec la température. A mesure que la calcite est attaquée, l'acide s'affaiblissant progressivement, le liquide s'enrichissant en chlorure de calcium s'il s'agit de l'acide chlorhydrique, les faces planes de dissolution produites tout d'abord deviennent peu à peu instables; c'est donc en définitive la reproduction de conditions analogues à celles auxquelles est soumis l'acide phtalique dans les expériences relatées plus haut.

Avec la calcite le phénomène est cependant un peu plus complexe, les bulles d'acide carbonique troublant peut-être le phénomène en aidant à arrondir les faces; mais, comme malgré leur présence, on obtient très souvent des faces planes, ce n'est pas à elles seules que la courbure des faces doit être attribuée.

Les matières colorantes peuvent pendant l'accroissement des cristaux d'acide phtalique colorer ces derniers et modifier leurs formes; elles ont aussi une certaine influence sur la résistance du cristal à l'attaque d'un dissolvant. Cette propriété peut être mise facilement en évidence avec les cristaux présentant alternativement des zones incolores et des zones colorées. Les figures de corrosion apparaissent plus vite sur les premières que sur les secondes.

La nature de la matière colorante a en outre une certaine influence sur le phénomène. Les cristaux colorés par le bleu de méthylène s'attaquent plus facilement que ceux qui le sont par le vert malachite, eux-mêmes moins résistants que les cristaux ayant absorbé du violet de méthyle.

Il résulte donc de mes recherches : 1° que les figures de corrosion à faces courbes peuvent être produites comme certaines faces courbes des cristaux, sous l'influence de la variation continue de la composition du milieu ambiant; 2° que les matières étrangères colorant le cristal modifient la résistance des faces à l'action du dissolvant.

MINÉRALOGIE. — *Sur une espèce minérale nouvelle, la népouite, silicate hydraté de nickel et de magnésie.* Note de M. E. **Glasser**, présentée par M. A. Lacroix.

Nous avons recueilli en Nouvelle-Calédonie des échantillons d'un silicate hydraté de nickel et de magnésie, dont les propriétés sont toutes différentes de celles de la garniérite et de la nouméite, ainsi d'ailleurs que des autres espèces minérales plus ou moins voisines qui ont été signalées jusqu'ici.

Les échantillons sur lesquels ont porté nos observations sont au nombre de cinq. Les quatre premiers se présentaient sous la forme de poudres cristallines très fines au milieu de minerais de nickel complexes remplissant les intervalles de blocs de péridotite nickelifère. Le cinquième tapissait, en même temps que des concrétions nickelifères vertes, les parois d'une petite cheminée ouverte au milieu de blocs de même nature; il se distinguait des concrétions voisines par son toucher rugueux et par ses formes de vermiculations ou de prismes tordus à section à peu près régulière, il présentait parfois sur ces sections un léger éclat nacré.

Les quatre premiers échantillons ont pu être aisément purifiés par simple tamisage de la poudre microscopique qu'ils constituent naturellement; le cinquième a été obtenu sensiblement pur en en triant les fragments à la loupe.

A l'analyse ils ont révélé la composition suivante :

	Échantillons							
	n° 1.				n° 4.		n° 5.	
	Première analyse.	Seconde analyse (¹).	n° 2.	n° 3.	Première analyse.	Seconde analyse (¹).	Première analyse.	Seconde analyse (¹).
H^2O	9,64	10,48	10,61	10,05	11,98	non dosée	12,31	10,20
SiO^2	32,84	32,30	33,03	35,05	40,07	41,1	32,36	32,50
NiO (²)	49,05	49,75	46,11	39,99	18,21	18,1	50,70	50,20
MgO	3,64	3,75	6,47	11,80	29,84	30,0	3,00	3,47
FeO	1,90	1,65	2,20	1,22	0,25	non dosée	0,62	0,83
CaO	0,50	non dosée	traces	0,58	0,53	id.	traces	non dosée
Al^2O^3	0,97	0,89	1,39	1,13	0,72	id.	0,69	0,82
Totaux.	98,54	98,82	99,81	99,82	101,60		99,68	98,02

(¹) Analyses de M. Pisani; les autres ont été exécutées par nous-même au laboratoire de l'École des Mines de Saint-Étienne.

(²) Nous n'avons pas cherché à séparer du nickel le cobalt, s'il s'en trouve des traces, ainsi que cela est constant dans tous les minerais de nickel de la Nouvelle-Calédonie.

Ces analyses répondent toutes sensiblement à la formule

$$2SiO^2, 3(Ni, Mg)O, 2H^2O.$$

Les propriétés physiques de ce minéral sont les suivantes :

Les échantillons nos 1, 2, 3 et 4 se présentent en fragments de quelques centièmes de millimètre de dimensions, tantôt allongés et quelquefois en tables grossièrement hexagonales. Souvent on observe, au microscope, des vermiculations à section hexagonale d'une longueur de $\frac{1}{10}$ ou $\frac{2}{10}$ de millimètre, striées transversalement aux faces du prisme à six pans plus ou moins tordu qu'elles constituent, ce qui paraît indiquer un empilement de lames de clivage comme dans les chlorites. Ces lames, lorsqu'on les observe à plat, montrent un deuxième clivage net, parallèle au plan des axes optiques et un plan de cassure facile (sinon un troisième clivage) dont la trace est inclinée à 60° sur celle du deuxième clivage. Les prismes tordus qui constituent l'échantillon n° 5 présentent, avec de plus grandes dimensions, les mêmes caractères.

Les densités des cinq échantillons sont les suivantes :

Échantillons nos :......	1.	2.	3.	4.	5.
Densité...........	3,24	3,18	2,89	2,47	3,20

Leur dureté est comprise entre 2 et 3.

La couleur des échantillons pulvérulents varie, avec la teneur en nickel, du vert cendré vif (n° 1) au vert jaune pâle (n° 4). Le n° 5 est d'un vert opaque vif, mais après porphyrisation il montre la même couleur que le n° 1; les lamelles minces en sont transparentes et laissent passer une lumière d'un vert vif.

Sous le microscope polarisant, les cinq échantillons (le n° 5 préalablement porphyrisé) apparaissent légèrement dichroïques dans les teintes vertes (n_p) et vertes jaunes (n_g). Ils sont biaxes, avec deux axes très rapprochés autour de la bissectrice aiguë négative. Ces axes, très voisins de la perpendiculaire à l'aplatissement des lamelles, se montrent situés, lorsqu'on peut les observer nettement, dans un plan perpendiculaire à l'aplatissement et parallèle à la trace du deuxième clivage. Il semble d'ailleurs qu'il y ait des groupements complexes d'individus cristallins, de telle sorte que lorsque l'épaisseur des lamelles est un peu importante (ce qui est particulièrement le cas avec les fragments de l'échantillon n° 5) l'apparence est celle d'un minéral uniaxe dont la croix noire se disloque à peine.

Les vermiculations s'éteignent entre deux nicols croisés suivant l'allongement, c'est-à-dire suivant la direction perpendiculaire aux lamelles de clivage; l'extinction n'est d'ailleurs nette que si les vermiculations ne sont pas recourbées.

La biréfringence est assez forte dans tous les échantillons; elle est de 0,036 à 0,038 pour les nos 1 et 5 et décroît avec la teneur en nickel pour tomber au-dessous de 0,03 pour l'échantillon n° 4. La moyenne des indices de réfraction et de 1,62 à 1,63 dans le premier cas et de 1,56 environ dans le deuxième.

Les propriétés pyrognostiques de ce minéral sont celles de la garniérite. On doit cependant noter qu'une calcination douce fait passer la couleur au gris plus ou moins foncé suivant la richesse en nickel, puis au jaune pâle et enfin au gris verdâtre à la plus haute température du moufle. La calcination ne fait pas perdre ses propriétés optiques au minéral qui reste biréfringent, mais devient presque opaque.

Les différentes propriétés des cinq échantillons ci-dessus décrits, et en particulier leurs propriétés optiques, montrent qu'ils appartiennent à une espèce minérale unique où le nickel et la magnésie s'échangent en toutes proportions, comme dans la garniérite et la nouméite, mais qui en est nettement différente. Cette espèce s'écarte également des autres silicates hydratés de nickel et de magnésie qui ont été décrits jusqu'ici; ses propriétés optiques se rapprochent de celles de la connarite de Breithaupt, mais le reste des propriétés physiques de ce dernier minéral (en particulier sa densité) et sa composition chimique (qui comporte plusieurs centièmes d'acide phosphorique et une teneur beaucoup moindre en oxyde de nickel et en magnésie) le séparent complètement de nos échantillons.

Si donc l'analyse de Breithaupt a été faite sur un produit pur, il y a là une espèce minérale nouvelle, confondue sans doute jusqu'ici avec la nouméite et la garniérite. Sa composition chimique en fait une antigorite nickelifère, dont la présence dans les roches serpentineuses nickelifères de la Nouvelle-Calédonie n'a rien qui soit pour surprendre.

Nous proposons de donner à cette espèce le nom de *népouite,* du nom de la localité de Népoui, où nous l'avons observée pour la première fois.

BOTANIQUE. — *Reproduction expérimentale du mycétome à grains noirs.* Note de M. **E. Pinoy**, présentée par M. A. Laveran.

Au point de vue clinique, les mycétomes que l'on a désignés sous le nom de *Pied de Madura,* à cause de leur localisation la plus fréquente, ont été classés en mycétomes à grains blancs et mycétomes à grains noirs.

Dans la plupart des mycétomes blancs, on trouve le grain constitué par un champignon à filaments très fins, non cloisonnés, prenant le Gram, le *Discomyces maduræ* de Vincent.

Dans les mycétomes noirs, le grain est formé par un champignon à filaments assez gros, dont on distingue très bien la membrane, cloisonnés, avec des chlamydospores intercalaires et terminales. Ce champignon avait été décrit et désigné sous le nom de *Streptothrix mycetomi* par M. Laveran.

Récemment, d'un mycétome blanc, dont le grain renfermait un champignon assez semblable par sa morphologie à celui du mycétome à grains noirs, M. Ch. Nicolle a isolé un *Aspergillus,* qui est une variété du *Sterigmatocystis nidulans* d'Eidam.

Jusqu'ici, toutes les tentatives faites pour reproduire expérimentalement la maladie soit directement par l'inoculation des grains, soit avec le *Discomyces maduræ* (Vincent), soit avec le *Sterigmatocystis nidulans var. Nicollei* (Pinoy), avaient échoué.

Nous sommes arrivé à obtenir un mycétome à *Sterigmatocystis nidulans* chez le pigeon. Pour cela, nous avons entraîné le champignon à pousser dans de mauvaises conditions, à l'abri de l'air, en bouillon sucré sous une couche d'huile de vaseline. Dans ce milieu, le *St. nidulans* donne de nombreuses chlamydospores intercalaires.

Après plusieurs cultures successives ainsi faites, nous avons inoculé avec un trocart, un peu de la culture dans la patte d'un pigeon, dans sa partie plantaire. La patte s'enfla progressivement durant une semaine, puis l'enflure resta stationnaire; enfin, au bout de trois semaines, elle se mit à diminuer et l'on pouvait penser que l'inoculation avait échoué, quand huit jours après, apparurent sur la peau plantaire de la patte des grains noirs qui pointaient. Ces grains, de la grosseur d'une graine de chènevis, s'extirpaient facilement avec l'ongle, laissant au-dessous d'eux une surface saignante.

A l'examen microscopique, ces grains se montrent constitués par des filaments rayonnants et brunâtres. Ces filaments sont cloisonnés et présentent de nombreuses chlamydospores intercalaires et des chlamydospores terminales. Dans certains grains, les filaments sont moins colorés et réunis par du pigment interstitiel. Nous pensons que cet aspect est dû à l'imprégnation, par le pigment du champignon, du tissu mortifié dans lequel il se développe.

Tous les grains sont plongés dans un tissu de granulation.

D'une part, il n'est pas sans intérêt de constater qu'un champignon isolé d'un cas de mycétome blanc chez l'homme peut donner un grain noir typique chez le pigeon. Ceci nous montre combien est artificielle une classification basée sur la présence ou l'absence de pigments.

D'autre part, la morphologie du grain obtenu expérimentalement se rapproche tellement de celle des grains des nombreux cas de mycétome noir étudiés par les auteurs; qu'elle fournit encore un argument en faveur des conclusions que M. Nicolle et nous-même avons données dans notre travail sur un mycétome aspergillaire [1] : « Les grandes analogies des caractères botaniques qui existent entre notre parasite et les formes observées par les auteurs dans certains cas de mycétome et plus particulièrement dans les cas à grains noirs semblent faire supposer plutôt que l'*Aspergillus* (*Sterigmatocystis*) *nidulans* ou des champignons très voisins sont les agents pathogènes sinon de la totalité, du moins d'une bonne partie des cas de mycétome qui ne relèvent pas de l'action du *Discomyces maduræ* de Vincent. »

Nous exposerons ultérieurement nos recherches sur la reproduction expérimentale du mycétome à *Discomyces maduræ* chez le pigeon en employant la même technique.

---

(1) Ch. Nicollé et Pinoy, *Sur un cas de mycétome aspergillaire observé en Tunisie* (*Arch. de Parasitologie*, t. X, 1906).

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la nature de la vie latente des graines et sur les véritables caractères de la vie.* Note de M. **Paul Becquerel**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Les échanges gazeux des graines qui contiennent dans leur état naturel de dessiccation 10 à 15 pour 100 d'eau sont-ils les résultats d'une simple oxydation chimique ou d'une vie très ralentie, c'est ce que j'ai essayé de déterminer.

Dans mes expériences récemment publiées (1) on a vu que très souvent, même à l'obscurité, les parties mortes du tégument de la graine dégageaient beaucoup plus d'acide carbonique et absorbaient davantage d'oxygène que les cotylédons et la plantule toujours aptes à germer.

En comparant les quotients respiratoires du même poids de graine exposé pendant ce même temps à la lumière et à l'obscurité j'ai constaté que ces quotients subissaient une assez grande variation. Or, si cela avait été une véritable respiration, l'intensité seule aurait changé, mais le quotient serait resté constant.

D'autres expériences me confirmeraient encore dans cette idée que les échanges gazeux ne sauraient être considérés comme un solide criterium de la vie.

1° J'ai placé à l'obscurité deux lots comparables de grains de blé, les uns vivants et les autres morts (2), dans des tubes renversés sur le mercure contenant de l'air ordinaire. Au bout de cinq mois j'ai analysé les modifications de cette atmosphère que résume le Tableau suivant :

		CO^2 pour 100.	O^2 pour 100.	Az pour 100.	$\frac{CO^2}{O}$.
Blé vivant.........	8g	0,53	19,40	80,07	0,33
Blé mort..........	8g	1,13	15,01	83,86	0,18

Le blé mort respire plus que le blé vivant. Seul le quotient respiratoire a baissé.

Des résultats analogues ont été trouvés avec le ricin et le pois.

2° 13g,175 de grains de blé, 6g de pois décortiqués, 5g de ricins décortiqués, 15g de fèves décortiquées ayant séjourné pendant un an à l'obscurité dans de l'azote pur et

(1) P. Becquerel, *Sur la respiration des graines* (*Comptes rendus* du 10 décembre 1906).

(2) Les graines avaient été tuées par la chaleur à 140° pendant une demi-heure.

sec n'ont dégagé aucune trace d'acide carbonique. Toutes ces graines ont cependant germé.

3° Des graines de pois décortiquées, après avoir été complètement privées d'air, ce qu'aucun expérimentateur n'avait réalisé jusqu'ici, sont restées pendant un an sous le mercure et retirées après n'ont décelé qu'un très faible déclin du pouvoir germinatif.

4° J'ai aussi prouvé que des graines décortiquées et perforées de pois, de lupin, de courge, de trèfle, de pin pignon ont pu se maintenir dans de l'acide carbonique pur complètement sec pendant près d'un an sans subir aucune atteinte à leur vitalité ([1]).

5° Enfin, dans mes recherches sur la longévité des graines ([2]), j'ai découvert que plusieurs espèces d'embryons appartenant à la famille des Légumineuses pouvaient vivre de 60 à 90 ans à l'abri de l'atmosphère, dans l'intérieur de leurs téguments, parfaitement imperméables.

Tous ces faits nous démontrent qu'il est très difficile de savoir, avec des graines renfermant une certaine quantité d'eau, si elles sont en vie ralentie ou en vie suspendue, bien qu'à la longue leur protoplasma se décompose lentement et ne puisse plus revivre. Seules, des expériences de très longue durée, réalisées avec des graines complètement privées d'eau et de gaz par des procédés que j'ai ultérieurement indiqués, nous apprendront si dans ces conditions artificielles la vie de la graine peut être parfaitement suspendue.

Avec le précieux concours de M. Perot, Directeur du Laboratoire d'essais au Conservatoire des Arts et Métiers, nous avons déjà entrepris ces expériences. Nous avons placé dans le vide le plus parfait des graines sèches décortiquées. L'analyse spectrale de l'étincelle électrique que nous ferons passer entre les électrodes des ampoules qui renferment les graines nous indiquera s'il y a des dégagements gazeux, et, au bout d'un très long temps, nous constaterons si le protoplasma desséché se maintient stable dans le vide et conserve presque indéfiniment sa faculté de revivre.

Puisque les caractères de la vie sont si difficiles à mettre en évidence, on comprendra que nous avons été profondément étonné lorsque M. Stéphane Leduc a annoncé qu'il avait reproduit tous les phénomènes de la vie latente et de la vie manifestée avec des graines artificielles ([3]).

Qu'il me soit permis de dire que, entre une vésicule membraneuse de ferrocyanure de cuivre contenant de l'eau sucrée et entre une graine qui possède, dans le protoplasma et le noyau de ses milliers de cellules, le plan

---

([1]) Paul Becquerel, *Comptes rendus* du 2 avril 1906.
([2]) Paul Becquerel, *Comptes rendus* du 25 juin 1906.
([3]) Stéphane Leduc, *Comptes rendus* du 26 novembre 1906.

héréditaire d'évolution de la plante future, il n'y a pas d'analogies possibles.

Les phénomènes d'osmose et la formation progressive d'une membrane de précipité semi perméable, qui expliquent la croissance d'une cellule artificielle de Traube ([1]), sont tout à fait insuffisants pour nous rendre compte de la germination et du développement d'une véritable graine.

Dans la cellule vivante la plus simple il y a deux grandes séries de phénomènes physico-chimiques, inverses, simultanés, et dont les actions différentielles régissent sa croissance, sa maturité, sa multiplication et sa vieillesse. Ce sont, d'une part, les phénomènes d'assimilation protoplasmique, d'autre part les phénomènes de désassimilation, si admirablement décrits par Claude Bernard comme étant les plus caractéristiques de la vie.

Or ces phénomènes ne se rencontrent pas dans les cellules artificielles.

CHIMIE AGRICOLE. — *Les radiations lumineuses et la richesse azotée du blé.* Note de M. **J. Dumont**, présentée par M. L. Maquenne.

Des recherches antérieures m'ont permis de montrer l'influence très inégale qu'exercent les diverses radiations lumineuses sur la migration des matières azotées pendant la maturation du froment. Les expériences que j'ai faites cette année confirment mes premières observations. La méthode adoptée pour ce genre d'essais ayant été décrite dans une précédente Note ([2]), je me contenterai d'indiquer brièvement les quelques modifications apportées depuis à mon plan de recherches.

Pour avoir une base de comparaison plus rigoureuse, M. Maquenne m'avait conseillé de cultiver le blé témoin sous verre blanc ou incolore. Cette précaution présente une utilité d'autant plus grande que la culture sous cages vitrées, malgré tous les soins qu'on peut prendre pour assurer l'aération, n'est pas absolument comparable à la culture en plein champ ou à air libre : la température, toujours plus élevée sous les verres, provoque parfois un *échaudage* partiel du froment. D'autre part, voulant éviter toute erreur d'interprétation des résultats, j'ai pesé avec soin les

---

([1]) Ces phénomènes, connus depuis longtemps, ont été étudiés scientifiquement par Traube (en 1865 et 1867).

([2]) *Comptes rendus*, t. CXLI, p. 686.

balles et les grains récoltés sur une même surface couverte, ce qui m'a permis de calculer exactement la quantité totale de matières azotées pour l'ensemble des épis.

Les essais ont été exécutés avec du blé *Japhet* cultivé sur les *cases de végétation* de Grignon, dans des conditions semblables de terrain, de fumure et d'assolement. Les cadres vitrés ([1]) furent mis en place au moment de la floraison, le 20 juin. Un mois après, à la récolte, on sépara la paille, les balles et les grains. Voici les rendements obtenus par *mètre carré* de surface :

	Récolte (en grammes) par mètre carré.			
	Paille.	Balles.	Grains.	Total.
Blé sous verre blanc......	420	58	192	670
» rouge......	610	90	202	912
» vert.......	600	72	184	856
» bleu.......	650	94	208	952
» noir.......	590	74	182	846
Blé à l'air libre..........	372	66	228	666

En rapportant à l'hectare le poids des diverses récoltes, on trouve que le rendement en grains des cultures sous verre varie de 18 à 21 quintaux métriques environ. Ces nombres sont un peu faibles, il est vrai, mais les cases de végétation cultivées en blé donnent toujours, ainsi que Dehérain l'avait maintes fois constaté, un rendement notoirement inférieur à celui des cultures en plein champ. Quoi qu'il en soit, d'ailleurs, la quantité de matière végétale produite reste comparable, et nous voyons déjà qu'elle ne subit aucune diminution pour les cultures sous verres colorés. Bien au contraire, l'excédent le plus faible, par rapport au verre blanc témoin, se traduit par 176g au mètre carré.

La richesse azotée des balles et des grains accuse de notables différences, et les variations observées dans l'un et l'autre cas sont à peu près du même ordre que pour nos précédents essais. Nous trouvons, en effet :

	Pour 100 de matière sèche.			
	Enveloppes.		Semences.	
	Azote.	Albumine.	Azote.	Gluten.
Blé sous verre blanc.........	0,687	4,294	1,605	10,031
» rouge.........	0,763	4,769	1,999	12,494
» vert..........	0,983	6,144	2,381	14,881
» bleu..........	0,946	6,012	2,472	15,450
» noir..........	1,158	7,237	2,295	14,344
Blé à l'air libre.............	0,574	3,587	1,709	10,681

([1]) Ces cadres ont $1^m,50$ de haut et ne sont vitrés qu'à la partie supérieure, sur une longueur de $0^m,30$, permettant de n'abriter que les épis.

L'examen des chiffres consignés dans ce Tableau montre de façon manifeste l'influence prépondérante des radiations les plus réfrangibles du spectre. Mais la composition centésimale ainsi établie fournit-elle une preuve certaine et irréfutable de cette action spéciale? N'est-il pas permis de supposer que les épis présentent une constitution anormale, une maturation imparfaite? J'ai prévu cette objection. Il suffirait, en effet, que la migration de l'amidon fût paralysée, à l'avantage de celle du gluten, pour qu'elle provoquât dans le grain une richesse azotée simplement apparente. S'il en était ainsi, la somme globale des matières albuminoïdes contenues dans chaque récolte d'épis sous verres colorés resterait bien inférieure à celle de la récolte sous verre blanc; or, en aucun cas, nous ne constatons la moindre diminution; il y a excès partout, ainsi qu'on peut le voir en compulsant les nombres ci-dessous :

	Matières azotées pour l'ensemble des épis (en grammes).			Excédents rapportés au blé sous verre blanc (en grammes).		
	Balles.	Grains.	Total.	Balles.	Grains.	Total
Blé sous verre blanc.....	2,50	21,24	23,74	»	»	»
» rouge.....	4,28	25,24	29,52	1,78	4,00	5,78
» vert......	4,42	27,38	31,80	1,92	6,14	8,06
» bleu......	5,56	32,12	37,68	3,06	10,88	13,94
» noir......	5,34	26,12	31,46	2,84	4,88	7,72

Les excédents de matières albuminoïdes, pour des récoltes faites sur 1^{m^2} de surface, sont des plus sensibles. Avec le bleu, nous constatons une augmentation supérieure à 30 pour 100. Il ne saurait donc y avoir de doute sur l'heureuse influence de cette radiation qui favorise aussi, comme je le montrerai très prochainement, la migration des matières amylacées.

En résumé, les expériences que je poursuis depuis 1904 offrent une concordance à peu près parfaite : les radiations de la partie droite du spectre sont celles qui agissent le plus efficacement sur la migration des matières azotées, et en particulier du *gluten*, dans les grains de froment pendant la phase de maturation des épis; et comme elles provoquent ou favorisent la formation des albuminoïdes, on peut affirmer que leur action physiologique n'a pas moins d'importance que celle des radiations de la partie gauche du spectre, même au point de vue de la synthèse végétale.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Influence de la valence des métaux sur la toxicité de leurs sels.* Note de M. **Henri Micheels.**

Dans une série de six cristallisoirs, on verse 1000^{cm^3} d'une solution $\frac{5}{8}$ décinormale de NaCl dans l'eau. Le sel est chimiquement pur et l'eau a été

distillée dans un appareil en verre. Un des cristallisoirs sert de témoin, les cinq autres reçoivent respectivement 10^{cm^3}, 20^{cm^3}, 40^{cm^3}, 80^{cm^3} et 40^{cm^3} d'une solution $\frac{1}{64}$ déci-normale de $CaSO^4$. Dans le sixième cristallisoir, on fait passer, au moyen de deux électrodes en platine, le courant fourni par trois éléments de Daniell. A la surface des solutions se trouve un tamis d'étoffe à larges mailles sur lequel on a déposé des grains de froment qui ont, préalablement, séjourné pendant 24 heures dans l'eau distillée.

Au bout de quelques jours, les grains sont en voie de germination, et l'on constate que le poids moyen des plantules, ainsi que la longueur de leurs racines, sont d'autant plus considérables que la teneur en $CaSO^4$ est plus élevée. Dans le cristallisoir où passe le courant galvanique on remarque, par contre, un minimum de développement. Celui-ci y est toujours moindre que dans le témoin.

En remplaçant le $CaSO^4$ par un sel d'un autre métal bivalent, on obtient des résultats assez analogues. La quantité nécessaire pour obtenir le maximum de développement varie de l'un à l'autre. J'ai employé dans mes recherches, outre la solution $\frac{1}{64}$ déci-normale de $CaSO^4$, les solutions $\frac{1}{2}$ déci-normale de $SnCl^2$, déci-normale de $MgCl^2$, $\frac{1}{128}$ normale de $ZnSO^4$, $\frac{1}{64}$ déci-normale de $Pb(C^2H^3O^2)^2$ et déci-normale de $BaCl^2$.

Ces résultats permettent d'étendre au règne végétal les conclusions formulées par Jacques Lœb et ses collaborateurs (1) au sujet de l'atténuation de la nocivité de la solution de NaCl pour les animaux marins par l'introduction de sels de métaux bivalents.

L'action d'un faible courant électrique nous montre, d'autre part, que la floculation arrête l'excitation favorable à la germination. Les mélanges employés semblent donc agir sur les graines à la façon des solutions colloïdales (2).

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la genèse de matières protéiques par un microbe pathogène aux dépens de principes chimiquement définis.* Note de MM. **J. Galimard** et **L. Lacomme**, présentée par M. Armand Gautier.

Avec M. Morel, nous avons commencé il y a quelque temps (3) l'étude des cultures microbiennes en milieux chimiquement définis. Nous n'avons

---

(1) *The American Journal of Physiology*, 1899-1902; *Pflüger's Archiv. f. die gesammte Physiologie*, 1900, 1902.

(2) Micheels, H. et De Heen, P. [*Bull. de l'Académie royale de Belgique* (*Classe des Sciences*)], n° 7, 1905.

(3) Galimard, Lacomme et Morel, *Comptes rendus*, 30 juillet 1906.

apporté à ce moment que des résultats très généraux indiquant seulement quelles étaient les espèces que nous avions réussi à cultiver en milieux relativement simples (acides aminés).

Aujourd'hui, nous apportons quelques faits plus précis concernant un microbe que nous avons cultivé dans un milieu dont l'azote a été fourni uniquement par du *glycocolle* et qui nous a donné quelques résultats intéressants. C'est le microbe de la diarrhée verte.

Le bacille conservé depuis plusieurs mois dans le laboratoire a été ensemencé dans ce milieu glycocollé à 1 pour 100; les autres éléments étaient constitués par ceux indiqués dans la formule générale donnée dans notre Note précédente. L'ensemencement a été fait en partant d'un milieu solide pour éviter ainsi le transport de matières albuminoïdes qui auraient pu être prélevées sur le substratum. Au bout de 4 jours à 37° la culture commença à se troubler et peu à peu devint très abondante.

L'examen microscopique fait au début ne nous montra aucun changement dans l'allure générale du bacille de la diarrhée verte. Sauf le retard, la culture, dans ce milieu chimiquement défini, se comporta d'une façon à peu près identique à celle que l'on observe en bouillon ordinaire.

Au bout de 119 jours, l'étude des modifications chimiques fut entreprise. Le volume était de 800^{cm^3} contenant primitivement 8^g de glycocolle (soit $1^g,49$ d'azote); réaction alcaline; réaction de Millon positive (négative avant l'ensemencement); traces d'ammoniaque.

Le *dépôt* constitué par des corps microbiens et des sels minéraux est centrifugé, recueilli, filtré et analysé. Il contient $0^g,0524$ d'un corps azoté, soluble dans les alcalis et dans le chlorure de sodium; la réaction de Millon est positive.

Le *bouillon* séparé du dépôt est additionné de deux fois son volume d'alcool à 93°, il laisse déposer au bout de 24 heures un précipité floconneux qui est recueilli. Ce résidu dissous dans la soude diluée est précipité par l'acide chlorhydrique en excès, et ce traitement est renouvelé plusieurs fois. Finalement, la matière lavée à l'alcool est séchée; son poids est de $0^g,4714$; elle présente toutes les réactions générales des matières protéiques, et est précipitée par leurs agents habituels de précipitation. Elle est insoluble dans l'eau, très soluble dans les alcalis étendus; elle donne les réactions de Millon et du biuret. Sa composition centésimale est la suivante :

C..........	44,97	pour 100
H..........	8,64	»
N..........	11,77	»
S..........	1,72	»
O..........	32,90	»

elle ne contient pas de phosphore.

Les eaux mères de sa purification contenant du chlorure de sodium sont précipitées par l'acide trichloracétique qui donne ainsi un précipité formé de la même substance protéique, mais à l'état de traces, une fois purifiée.

Après avoir débarrassé les eaux mères alcooliques, qui ont laissé déposer cette matière protéique de la plus grande partie des sels minéraux, le liquide est concentré, acidifié et épuisé à l'éther; celui-ci se charge d'une matière grasse qui, saponifiée, donne d'un côté des traces d'acide glycérophosphorique, de l'autre un peu d'un acide gras et d'une base voisine de la choline (cristaux de Florence).

L'épuisement par l'éther laisse un résidu aqueux qui contient du glycocolle non altéré. Nous l'avons retiré suivant la méthode de Ch.-S. Fischer (1) et caractérisé à l'état d'acide hippurique.

En résumé, étant parti d'un milieu de culture où n'entrait comme corps azoté que du glycocolle $CH^2.NH^2.COOH$, corps abiurétique, ne colorant pas le Millon, et l'ayant ensemencé avec le bacille de la diarrhée verte, nous avons pu recueillir des corps azotés beaucoup plus complexes dont nous avons pu faire une étude succincte.

Nous avons donc constaté que ce microbe élaborait une matière protéique, que nous pouvons rapprocher du groupe des mucines et des mucoïdes; de plus, au dépens du glycocolle ou de cette dernière substance, il formait un corps gras, probablement une lécithine, grâce aussi à la présence du glycérophosphate de chaux. Enfin, bien que la culture fût restée pendant 119 jours à l'étuve, une partie du glycocolle a pu être recueillie non altérée.

ZOOLOGIE. — *Sur une espèce nouvelle du genre Icticyon* (Speothos), *provenant de l'Équateur.* Note de M. **E.-L. Trouessart**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

M. le Dr Rivet, attaché à la Mission géodésique de l'Équateur, a rapporté, des hautes Andes de Quito, deux Carnivores d'un grand intérêt. Ils appartiennent au genre *Icticyon* (Lund), ou mieux *Speothos* (Lund) (2), dont on ne connaissait jusqu'ici qu'une seule espèce (*Speothos venaticus* Lund), de la Guyane et du Brésil, mais tellement rare dans les collections qu'un naturaliste affirmait récemment que tous les Musées d'Europe réunis n'en possédaient pas douze exemplaires.

Ce genre, classé par les modernes dans la famille des *Canidés*, présente des caractères si ambigus qu'on l'avait d'abord placé dans la famille des *Mustelidés*. La nouvelle espèce que je décris ici est encore plus instructive

(1) Ch.-S. Fischer, *Zeit. phys. Chem.*, t. XIX, 1894, p. 164.

(2) Le nom de genre *Speothos*, fondé sur une espèce fossile en 1841, a la priorité sur *Icticyon*, qui est de 1845.

à cet égard : au premier abord elle a beaucoup plus l'apparence d'un jeune Blaireau ou d'une Marte que celle d'un Chien ou d'un Renard; mais la dentition ne diffère de celle du genre *Canis* que par l'absence de la dernière tuberculeuse aux deux mâchoires, et les mœurs sont celles des Chiens; ces petits animaux chassent en troupe et c'est de là que vient le nom de *venaticus*. Au Brésil on les appelle « Chiens de buissons ».

L'espèce de l'Équateur présente un pelage tout à fait anormal dans la famille des *Canidæ* et très différent de celui de l'espèce du Brésil : ce pelage est laineux et très épais, comme celui du Kinkajou (*Potos*), des Sarigues (*Didelphys*) et des Makis (*Lemur*). Or, tous ces Mammifères nous représentent des types très primitifs et d'une haute antiquité. On peut les appeler des *types de survivance*.

Le genre *Speothos* est aussi un type très ancien et très probablement peu éloigné de la forme primitive des Chiens ou *Canidés*. Par ses caractères dentaires il se rapproche du *Cuon* (Hodgson) de l'Hindoustan, longtemps considéré comme la souche du Chien domestique, et surtout des genres *Oligobunis, Hyœnocyon, Temnocyon,* etc., décrits par Cope, et qui sont du Miocène de l'Amérique du Nord. Une espèce de la taille d'un Loup (*Speothos pacivorus*) vivait encore au Brésil dans le Pléistocène. En examinant le petit *Speothos* de l'Équateur, on peut même se faire une idée des *Cynodictis* (Bravard et Pomel), qui étaient si nombreux à l'époque Oligocène dans le sud de la France.

Voici la description de l'espèce nouvelle :

Speothos Riveti nov. sp. — Pelage laineux, fin, serré et moelleux (comme celui de *Potos flavus* et de *Caluromys laniger*), d'un gris souris assez clair avec des poils fins, noirs à pointe blanche, dépassant le reste du pelage sur le dos et la queue; ces poils forment sur la queue une sorte de crête et l'extrémité de cet organe porte une touffe noire; la queue est cylindrique, ou un peu atténuée à son extrémité. Face rousse passant au gris du dos vers l'occiput; le museau jusqu'en arrière des yeux est seul couvert de poils ras; l'arête du nez est grise et les moustaches noires, ainsi que le bord des lèvres. Oreilles, et une tache en arrière des oreilles, d'un roux vif avec une petite touffe blanche en avant du bord interne de l'oreille. Les pattes sont également d'un roux vif. Le dessous du corps est d'un gris roux blanchâtre. *Dimensions* (mâle jeune) : longueur de la tête et du corps, 450^{mm}; queue, 180^{mm}; tarse, 85^{mm}; oreilles, 55^{mm}.

Je rappelle que le *Speothos venaticus* a le poil couché et presque ras, d'un brun marron dessus et dessous, sauf le sommet de la tête et la nuque jusqu'aux épaules qui sont d'un gris roussâtre.

Habitat. — Le *Speothos Riveti* (deux spécimens, mâle et femelle) provient

d'Alchipichi, province de Pichincha (Equateur), altitude de 2101^{m}. L'espèce est dédiée à M. le Dr Rivet qui a enrichi nos collections nationales de cette intéressante espèce.

Le crâne présente les caractères du genre *Speothos* : brièveté relative de la région faciale et grand développement en avant des arcades zygomatiques. Malheureusement les deux spécimens jeunes dont il est ici question ont encore leurs dents de lait, dont la formule est exactement celle d'un jeune chien domestique; il est donc prudent de s'abstenir de toute considération sur les caractères que peut fournir cette dentition. Cependant certains indices me portent à supposer que, lorsque que l'on connaîtra l'adulte, ces caractères, joints à ceux fournis par la nature du pelage, permettront de considérer le *Speothos Riveti* comme le type d'un sous-genre distinct, pour lequel je propose le nom de MICROCYON.

ANTHROPOLOGIE. — *Influence du milieu géographique sur le développement de la taille humaine.* Note de M. **EUGÈNE PITTARD**, présentée par M. A. Laveran.

Ce n'est pas d'aujourd'hui que l'on discute l'influence du milieu géographique (nature du sol, altitude, orientation des versants, etc.) sur le développement de la taille humaine. La bibliographie de cette question est même assez étendue; mais la plupart des travaux sont d'un médiocre intérêt. On a trop souvent confondu les apparences avec les réalités. Or, comme rien n'est plus complexe, en Biologie, que la nature humaine et que l'homme est l'être qui échappe le plus à l'influence du milieu, on voit la difficulté du problème.

En 1868, Durand de Gros essaya franchement d'aborder l'étude de l'influence du milieu géographique. Il prit l'Aveyron comme champ d'observations. Il constata que l'homme du Causse en pays calcaire acquiert un développement remarquable de son système osseux. Il possède une taille plus élevée. Tout autre est l'Aveyronnais des pays cristallins : mauvaise denture, carie dentaire, formes sveltes et grêles, abaissement extrême de la taille dans certains cantons.

Ces phénomènes concernant l'homme s'observaient aussi chez les animaux; chez les taureaux, en particulier, issus d'un même lot et placés dans les deux milieux différents. Plusieurs auteurs ont suivi Durand; les uns pour appuyer ses vues; les autres pour les contester.

En réalité, la question reste pendante.

Pour l'élucider, nous avons choisi une région d'Europe qui paraît réaliser les meilleures conditions d'observations : le canton du Valais, en Suisse. Trois facteurs importants pour des modifications possibles s'y présentent avec netteté : l'altitude, l'orientation des versants, le milieu géologique. Et nous avons cet avantage énorme de pouvoir rapporter nos observations à un coefficient constant : la race.

Cette dernière, pour un espace restreint, est certainement une des mieux étudiées. Nos observations ont porté sur 3246 hommes.

I. *Influence du milieu géologique.* — Le canton du Valais est un complexus géologique, principalement sur la rive gauche du Rhône. L'arrangement de la rive droite étant plus simple, c'est le seul que nous conserverons. Dans ses grandes lignes la composition géologique est la suivante : micaschistes et gneiss de la Furka à la petite rivière Lonza. Tout le reste, jusqu'au coude du Rhône, est jurassique.

Nous laissons de côté des îlots de diverses natures inclus dans chacune de ces deux régions.

Le résultat de nos observations est le suivant :

Taille humaine (moyenne) sur les terrains cristallins = $1^m,633$.

» » sur les terrains calcaires = $1^m,621$.

II. *Influence de l'altitude.* — Cette prétendue influence a été signalée tant de fois dans un sens défavorable pour les régions les plus élevées, qu'à première vue elle paraît démontrée (Quetelet, Villermé, d'Orbigny, etc.). Pourtant divers auteurs (Livi pour l'Italie, Collignon pour la France, par exemple) ont montré que, si les régions de plaine possèdent les tailles humaines les plus hautes, ces dernières, après avoir diminué à une certaine altitude (dès 700^m), remontent quand on s'élève davantage.

Le Valais nous fournit des localités s'échelonnant de 380^m à 1936^m.

Nous avons divisé (pour tout le canton) l'altitude en cinq zones de 300^m chacune et voici ce que nous obtenons :

Jusqu'à 1000^m il n'y a pas diminution de la taille. De 1000^m à 1300^m, légère diminution ($0^m,01$). De 1300^m à 1600^m, augmentation très sensible ($0^m,03$).

Les hautes altitudes sont loin de faire diminuer la taille humaine comme on le pense généralement.

III. *Influence des versants.* — Deux grands versants dominent la Vallée du Rhône : les pentes méridionales des Alpes Bernoises (n° 1) bien ensoleillées, et le versant septentrional des Alpes Valaisannes (n° 2) qui l'est beaucoup moins (cet arrangement un peu simpliste est une image synthétique).

Versant n° 1...............	Taille humaine (moyenne) : $1^m,628$
Versant n° 2...............	» : $1^m,638$

C'est donc le versant le plus ensoleillé, celui qui paraît le plus favorable à l'habitation (il reste cependant d'autres facteurs à considérer) qui présente la taille humaine la moins élevée !

Il doit s'agir là d'un fait réel, car nous avons cherché s'il se répétait selon les diverses zones d'altitude. Il est semblable pour les trois premières. Il est inverse dans la quatrième, mais cette modification partielle d'un résultat général peut s'expliquer sans de trop grandes difficultés.

En résumant les constatations ci-dessus, on peut dire qu'à facteur ethnique sensiblement égal :

1° Le milieu géologique qui paraît le moins heureux (terrains cristallins) n'influence pas, dans un sens défavorable, le développement de la taille humaine;

2° Les hautes altitudes ne compromettent nullement le développement de la taille humaine;

3° L'influence des versants ne paraît pas se manifester dans le sens que l'on pourrait supposer. Il semblerait qu'un versant moins ensoleillé est moins apte à la vie. Dans le cas qui nous occupe, la taille humaine la plus élevée correspond au versant le moins favorisé.

Il reste maintenant à interpréter ces résultats : Deux facteurs importants de variations sont déjà presque éliminés : la race (homogénéité) et les conditions économiques, qui sont à peu près les mêmes partout.

Les conclusions ci-dessus pourraient se retourner contre une supposition admise partout : à savoir que le développement plus grand de la taille humaine marque un progrès organique. On a interprété l'augmentation de la taille comme une fonction de la misère physiologique moins grande due à l'ensemble des conditions économiques actuelles. Il est parfaitement possible que nous vivions sur une erreur et que le plus grand développement de la taille corresponde à une moins grande valeur organique moyenne. Les résultats ci-dessus n'auraient alors pas besoin d'autres interprétations.

ÉNERGÉTIQUE BIOLOGIQUE. — *Recherches sur la nutrition : bilan de l'azote et du chlorure de sodium.* Note [1] de M. **M. Letulle** et Mlle **M. Pompilian**, présentée par M. A. Dastre.

Pour déterminer les lois de la nutrition et par conséquent celles de l'alimentation de l'homme à l'état normal et à l'état pathologique, nous avons organisé à l'hôpital Boucicaut un laboratoire spécial pourvu de tous les

(1) Présentée dans la séance du 10 décembre.

appareils nécessaires à l'étude simultanée du chimisme alimentaire, des échanges respiratoires et de la chaleur dégagée.

Nous avons donné, dans une Note précédente, la description des principes sur lesquels est basée notre *chambre respiratoire calorimétrique*. Voici maintenant, d'une part, l'exposé sommaire de notre façon de procéder dans

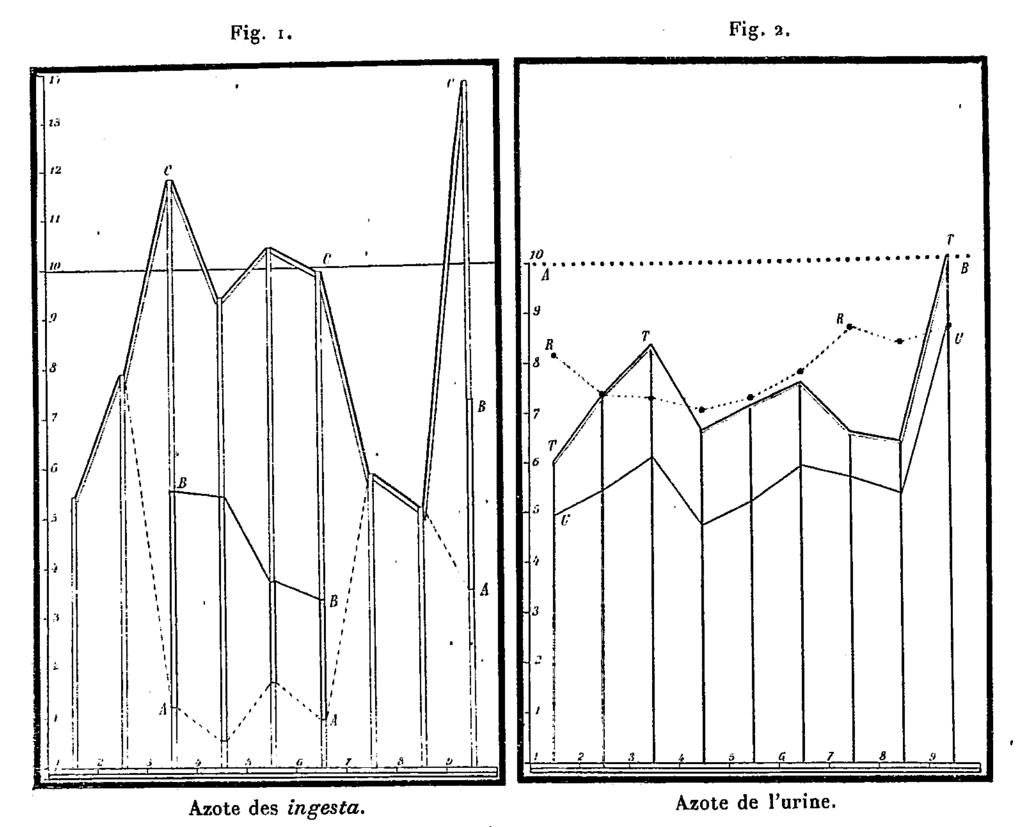


Fig. 1. — *Azote des ingesta.* Sur l'axe des abscisses sont marqués les jours (9 jours); sur l'axe des ordonnées, les grammes d'azote ingéré. La courbe AA représente l'azote du lait; les colonnes AB, l'azote animal (viande); les colonnes BC, l'azote végétal. — La courbe CC représente les variations de l'*azote total* ingéré par une femme pendant 9 jours.

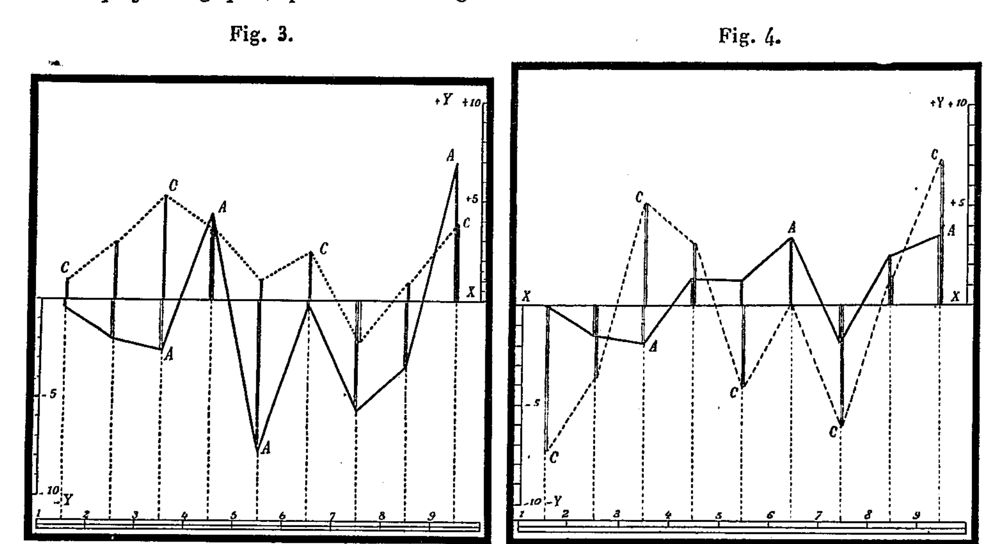
Fig. 2. — *Azote de l'urine.* La courbe TT représente l'azote total; la courbe UU, l'azote de l'urée; la courbe RR, le rapport azoturique. — La comparaison des figures 1 et 2 montre que, pendant les 3ᵉ, 4ᵉ, 5ᵉ, 6ᵉ et 9ᵉ jours, l'azote des ingesta étant en excès, il y a fixation d'azote par les tissus. L'équilibre azoté s'établit pour environ 6ᵍ d'azote par jour.

nos recherches sur la nutrition et, d'autre part, quelques résultats concernant les besoins de l'homme en matières azotées et en chlorure de sodium :

I. La durée de nos observations varie de 9 à 30 jours. On fait l'analyse de tous les *ingesta* et de tous les *excréta*. Avec les chiffres donnés par les

analyses, on construit des graphiques qui représentent d'une façon claire le bilan de la nutrition.

II. *Bilan de l'azote et du chlorure de sodium.* — 1. En général, les quantités d'azote et de chlorure de sodium éliminées varient avec les quantités ingérées. L'égalité ou l'équilibre entre les quantités ingérées et les quantités éliminées représente le *besoin physiologique*, qui s'évalue en grammes.



Courbes différentielles de l'azote et du chlorure de sodium.

Fig. 3 et 4. — *Courbes différentielles de l'azote et du chlorure de sodium.* Les abscisses représentent les jours; les ordonnées, les différences entre l'azote et le chlorure de sodium ingérés et excrétés. Les ordonnées positives représentent les quantités retenues par les tissus; les ordonnées négatives, les quantités perdues par les tissus. L'axe de X représente l'état d'équilibre entre les ingesta et les excréta. La courbe AA correspond à l'azote; la courbe CC correspond au chlorure de sodium. — La figure 3 se rapporte à une personne qui perd beaucoup d'azote et qui retient le chlorure de sodium; la figure 4 se rapporte à une personne qui perd beaucoup de chlorure de sodium.

2. Contrairement à l'opinion généralement admise, les besoins d'azote et de chlorure de sodium présentent des *caractéristiques personnelles*, qui peuvent varier de 1 à 2 pour l'azote et de 1 à 4 pour le chlorure de sodium.

3. Pendant l'inanition, le besoin d'azote diminue.

4. Après l'inanition, la destruction des matières azotées est faible, ce qui permet aux tissus de réparer les pertes subies pendant l'inanition.

5. L'équilibre azoté et chloruré des tissus s'établit par oscillations.

6. Le rapport azoturique présente aussi des caractéristiques personnelles.

III. Le problème de l'utilisation des matières albuminoïdes ne pourra être résolu que grâce à un ensemble de *recherches simultanées* portant sur les trois éléments fondamentaux de la nutrition : échanges solides et li-

quides, échanges respiratoires et échanges énergétiques (calorimétrie). Vu l'importance de ce genre d'études, l'un de nous (Mlle M. Pompilian) a décidé de créer un *Laboratoire de recherches* sur *la nutrition,* ouvert aux physiologistes français et étrangers, et pourvu, comme notre Laboratoire de physiologie pathologique, de tous les appareils nécessaires à l'étude simultanée du chimisme alimentaire, des échanges respiratoires et de la chaleur dégagée.

PHYSIOLOGIE. — *Appareil pour la chloroformisation.* (*Appareil Roth-Dræger, dosage d'oxygène de Guglielminetti*). Note de M. **Guglielminetti**, présentée par M. A. Dastre.

Dans plusieurs services de chirurgie de Paris, on a remplacé depuis 2 ou 3 ans l'ancienne compresse classique par des appareils de chloroformisation, qui sont les uns basés sur la méthode des mélanges titrés de Paul Bert (appareils Reynier et Ricard); les autres font respirer aux malades des mélanges *non titrés* de vapeurs de chloroforme dans de l'air oxygéné.

On se rappelle la théorie de Paul Bert :

Si l'on fait respirer à un animal un mélange titré d'air et de vapeurs de chloroforme (7g à 12g de chloroforme pour 100l d'air), cette vapeur se dissout dans le sang jusqu'à ce qu'elle y atteigne une tension équivalente à celle qu'elle possède dans l'air. Avec les mélanges titrés qui ne dépassent pas 12 pour 100 cet équilibre de tension correspondrait pour le sang à une dose de chloroforme anesthésique et non dangereuse.

Les chirurgiens n'ont pas accepté cette manière de voir. Pourquoi ? Tissot [1] en a donné la raison. D'après cet expérimentateur, l'équilibre stable dont parle Paul Bert ne se produit pas dans la narcose au chloroforme, mais un équilibre variable entre la vitesse de pénétration du chloroforme, et sa vitesse d'élimination, équilibre qui dépend principalement des modifications de la ventilation pulmonaire.

Ceci veut dire que, dans la méthode des mélanges titrés, le danger de la chloroformisation vient :

1° De l'inégalité de l'absorption du chloroforme par le tissu nerveux qui, à un moment déterminé, peut en avoir une surcharge, bien que physiquement on semble lui offrir un débit de chloroforme constant.

2° D'autre part, le tissu nerveux reçoit le chloroforme du sang; on peut

(1) *Comptes rendus,* 6 mars 1905.

alors supposer que l'inégalité d'absorption des tissus ne tient pas à l'inégalité de charge du sang en chloroforme.

3° A quoi tient cette inégalité de teneur du sang en chloroforme dans les cas où il s'agit d'accident? Cette inégalité tient aux irrégularités de la respiration, de sorte que, après avoir pris toutes les précautions pour régler l'administration de chloroforme en donnant un air exactement dosé, on livre en réalité aux tissus des quantités inégales de chloroforme.

Il faudrait donc, pour donner à la méthode des mélanges titrés sa valeur, assurer par un autre moyen la régularité de la ventilation pulmonaire.

On semble plus assuré de régler l'absorption du chloroforme par les tissus en donnant une quantité de chloroforme fixe dans un temps donné, comme le fait l'appareil Roth-Dræger que j'ai l'honneur de présenter. Dans cet appareil, quelle que soit l'activité respiratoire, la quantité de chloroforme qui arrive dans un temps donné aux tissus sera toujours la même. C'est un tout autre principe, la seule condition à remplir, c'est que l'administration du chloroforme se fasse dans des quantités égales dans des temps égaux, et assez petits par rapport à la durée des mouvements respiratoires.

La chute des gouttes de chloroforme dans cet appareil est absolument indépendante de l'amplitude des mouvements respiratoires et, par conséquent, celle-ci ne peut exercer une influence perturbatrice sur l'absorption du chloroforme.

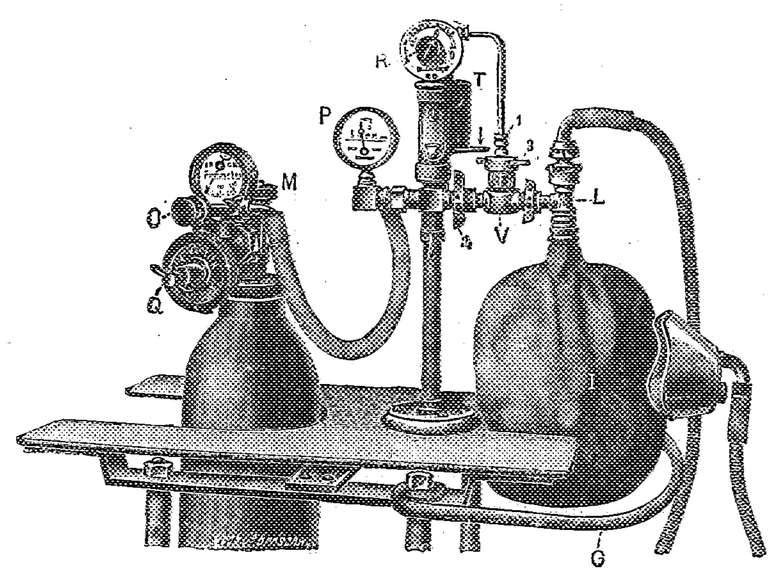
L'appareil se compose de deux parties :

1° Un tube métallique à oxygène comprimé muni d'un détendeur qui réduit la pression et permet de doser en litres la quantité d'oxygène qui s'écoule par minute. Cette partie de Guglielminetti vous a été présentée par M. d'Arsonval sur un appareil à inhalations d'oxygène et sur l'appareil respiratoire de sauvetage adopté par les Sapeurs-Pompiers de Paris.

2° La deuxième partie, celle de Roth, se compose d'un aspirateur et vaporisateur de chloroforme, et d'un masque à inhalations.

Voici comment fonctionne l'appareil : on ouvre le tube d'oxygène par sa soupape de fermeture M, un premier manomètre N indique la quantité d'oxygène contenue dans le tube. Pour laisser passer le courant d'oxygène dans l'appareil, on relève une manette O; un deuxième manomètre P indique la quantité de litres d'oxygène qui passe par minute. On règle généralement cette quantité à 3^l par minute au moyen de la vis à ailettes Q du détendeur. Le courant d'oxygène ainsi réglé passe par un tube filiforme et aspire, à la manière d'une pompe à eau, une quantité réglable de gouttes de chloroforme contenues dans un flacon indépendant T. On règle la chute de chloroforme par un robinet R. Ces gouttes de chloroforme, qu'on entend et qu'on voit tomber, s'évaporent

au contact de l'oxygène. Ce mélange d'oxygène et de vapeurs de chloroforme passe dans un sac de baudruche, et de là dans un masque métallique qui s'adapte sur le visage du malade. Dans ce masque, il y a une petite prise d'air et, selon la fréquence et l'amplitude des respirations, il y a une plus ou moins grande quantité d'air atmosphé-



rique qui se mélange dans le masque avec les vapeurs de chloroforme entraînées par l'oxygène. Le tube d'oxygène donnant 3[l] par minute, le malade prend les 5[l] d'air qui lui manquent pour faire les 8[l] dont il a besoin par minute par cette petite ouverture. Ce n'est donc pas de l'oxygène pur que vous donnez au malade, mais un air oxygéné d'environ 50 pour 100. En plus, vous voyez que, si le mélange est titré dans le sac en baudruche, on ne peut plus parler d'un mélange titré dans le masque ni dans les organes respiratoires. Au devant du masque est une ouverture plus grande, fermée par une valve en mica, pour l'expiration; le jeu de cette valve s'accompagne d'un bruit sonore qui avertit constamment l'opérateur que la respiration fonctionne bien.

Des opinions très favorables sur l'utilité de cet appareil ont été exprimées par MM. Lucas-Championnière, Kirmisson, Quenu, P. Delbet, Pozzi, Schwartz, Reclus, Redard.

MÉDECINE. — *Sur la conservation du chloroforme et sur un dispositif indicateur de son altération accidentelle.* Note de MM. Pierre Breteau et Paul Woog, présentée par M. d'Arsonval.

On sait que le chloroforme pur se décompose sous l'influence de l'air et de la lumière en acide chlorhydrique et en phosgène; ce dernier produit est

éminemment toxique. Pour l'anesthésie, on doit donc employer du chloroforme rigoureusement rectifié, absolument exempt de produits de décomposition.

Jusqu'ici, pour empêcher l'altération du chloroforme, on a indiqué les procédés suivants : suppression absolue soit de l'air, soit de la lumière, ou encore addition de petites quantités d'alcool, de toluène, d'éther, de soufre, d'huile d'œillette.

Il nous a paru intéressant de rechercher si d'autres substances ne permettraient pas de conserver, à la lumière diffuse, du chloroforme, sans qu'il soit indispensable de le renfermer dans des flacons en verre coloré.

Parmi les très nombreuses substances qui ont été essayées, les suivantes sont particulièrement recommandables à la dose de 2 à 4 millièmes, c'est-à-dire dans les mêmes conditions d'emploi que l'alcool absolu, conservateur exclusivement employé jusqu'ici :

Essence de térébenthine, blanc de baleine purifié, menthol, terpinéol, citronellol, géraniol, salicylates de méthyle et d'amyle, gaïacol, thymol, safrol, ionone, aldéhyde méthylprotocatéchique.

Pouvant dès lors conserver du chloroforme dans des flacons en verre blanc, il devenait possible de mettre en évidence toute trace de décomposition accidentelle à l'aide d'un indicateur coloré.

Sachant que la plus légère altération du chloroforme se manifeste par l'apparition de produits chlorés acides, nous avons d'abord observé que, entre autres produits, le rouge Congo, le vert de méthyle, la cyanine ou l'éosine en solution alcoolique pouvaient, par virage ou décoloration, servir d'indicateurs très sensibles. Si, à quelques centimètres cubes de chloroforme ayant subi un commencement d'altération, on ajoute une seule goutte de solution saturée de rouge Congo dans l'alcool absolu, on obtient instantanément le virage au bleu, alors que le nitrate d'argent en solution aqueuse ne donne pas encore la moindre opalescence. Dans les mêmes conditions, le vert de méthyle, la cyanine et l'éosine se décolorent.

On pouvait donc songer à utiliser ces matières colorantes comme indicateurs inclus à demeure dans le chloroforme en employant un support convenable n'altérant pas le chloroforme. Le vert de méthyle, la cyanine et l'éosine furent abandonnés comme trop sensibles à l'action de la lumière. La cellulose teinte avec le rouge Congo fut rejetée pour le même motif. Nous avons été assez heureux pour trouver dans la moelle de sureau colorée par du rouge Congo l'indicateur recherché. La moelle de sureau, en effet, loin d'altérer le chloroforme, assure au contraire dans une certaine mesure sa conservation. Le rouge Congo, réparti par teinture légère sur une petite rondelle de moelle de sureau en contact avec le chloro-

forme, réagit instantanément avec une très grande sensibilité sous l'action des produits d'altération, et cela contre toute attente, car le rouge Congo est absolument insoluble dans ce dissolvant.

La sensibilité de cet indicateur est telle que notamment la petite quantité de vapeur de chloroforme venant au contact de la pointe chauffée pour le scellement d'une ampoule suffit à produire un virage immédiat, ce qui indique la formation de produits de décomposition insoupçonnés jusqu'ici; on ne peut parer à cet inconvénient qu'en effectuant le scellement après avoir abaissé la tension de vapeur du chloroforme en le refroidissant au-dessous de zéro ou en interposant dans le col de l'ampoule à sceller une cloison suffisamment étanche (par exemple un tampon de moelle de sureau) empêchant la vapeur de chloroforme d'atteindre le point chauffé.

Il est donc possible désormais de connaître à tout instant l'état de conservation d'un chloroforme destiné à l'anesthésie en utilisant l'indicateur proposé, ce qui constitue certainement une plus grande sécurité pour le chirurgien qui emploie cet anesthésique.

MÉDECINE. — *Action physiologique de la résine d'Euphorbe.* Note de M. L. **Pénières**, présentée par M. d'Arsonval.

La résine d'Euphorbe, injectée dans les tissus en fine émulsion à doses infinitésimales, exerce sur la nutrition de ces tissus une action remarquable: elle les décongestionne, détermine une ischémie de la circulation rouge, tandis qu'au contraire elle exalte la circulation blanche, la précipite, amène une tension des vaisseaux lymphatiques jusqu'aux ganglions.

Cette double action de sédation de la circulation rouge et de la surexcitation de la circulation blanche, se traduisant par une dénutrition traumatique des tissus injectés, nous a conduit à des applications thérapeutiques intéressantes.

Les corps fibreux de l'utérus qui se développent dans un parenchyme très vasculaire déterminent des hémorragies graves qui appellent l'intervention chirurgicale.

Nous avons traité tous les cas qui se sont présentés à notre observation par des injections d'Euphorbe dans le col utérin; la perte de sang s'arrêtait en même temps qu'un changement d'état se produisait dans le corps fibreux lui-même. Il était frappé d'arrêt de développement; non seulement il cessait de croître, mais il entrait en régression et tendait à disparaître: l'Euphorbe avait rendu l'opération superflue.

BACTÉRIOLOGIE. — *Sur la nature du virus vaccinal.* Note [1] de MM. **M. Nicolle** et **Adil-Bey.**

Lorsque l'agent pathogène d'une maladie échappe aux moyens les plus parfaits d'examen microscopique, on doit, à l'heure actuelle, se demander si l'on n'a pas affaire à l'un des organismes dits *invisibles*, comme celui de la fièvre aphteuse et celui de la péripneumonie, organismes qui traversent les cloisons poreuses.

C'est la question que nous nous sommes posée pour le microbe, encore inconnu, de la vaccine. Guidés par des recherches antérieures et munis de procédés nouveaux d'investigation, nous pensions pouvoir résoudre le problème et les expériences nous ont donné raison.

Nous avons d'abord constaté que les émulsions de pulpe vaccinale, même rendues modérément troubles par divers procédés, perdaient leur activité après passage par la bougie Berkefeld (la plus perméable de toutes). Elles la perdaient également après passage par la même bougie suffisamment usée pour ne pas permettre la traversée des bactéries *ordinaires*, tout en laissant passer certains microbes *invisibles*. Nous avons conclu de ces recherches que nos émulsions ne contenaient pas assez de germes libres. Persuadés d'ailleurs que tous ou presque tous les microbes de la vaccine sont normalement renfermés dans les leucocytes, nous avons immédiatement songé à utiliser la digestion pancréatique pour les libérer. Ce tour de main a parfaitement réussi. Voici trois expériences qui le démontreront.

Expérience I. — Le 3 février 1900, on broie de la pulpe vaccinale fraîche avec partie égale d'eau. On prend 1^g de la masse et on le dilue dans 400^{cm^3} d'une solution faiblement alcaline de pancréatine (1 pour 200). On fait digérer 5 heures à 38°. On filtre plusieurs fois sur papier, puis, par aspiration, sur une bougie Berkefeld dont la paroi a été réduite par usure à $4^{mm},25$ à 6^{mm}. On éprouve cette bougie en faisant passer 150^{cm^3} d'un mélange de bouillon et d'eau de conduite ($\overline{aa}$). Ce mélange se montre stérile.

L'émulsion filtrée est concentrée dans le vide, sur SO^4H^2, pendant 23 heures à 30°. Elle se trouve réduite au sixième. On ajoute 1^{cm^3} de glycérine et l'on inocule tout le liquide à un veau d'un an (race de Crimée). L'inoculation est pratiquée de la manière suivante : on fait 700 scarifications et l'on badigeonne la surface cutanée (scarifiée et non scarifiée) avec un gros pinceau aplati trempé dans le liquide (4 février 1900).

---

(1) Contenue dans le pli cacheté n° 6219 déposé le 11 juin 1900.

Le cinquième jour, on remarque une centaine de vésicules miliaires, principalement au niveau des scarifications. On les gratte pour faire de la pulpe glycérinée. Cette pulpe est inoculée, le 10 février, par 26 scarifications, à un veau d'un an (race d'Anatolie). L'inoculation donne un résultat positif : les 26 scarifications sont le siège de magnifiques pustules.

Le septième jour, sur les points grattés, apparaissent 3 vésico-pustules petites, mais types. Le neuvième jour, on remarque (toujours sur les points grattés) 12 grandes pustules et 30 petites.

Il ne saurait y avoir de doute sur le passage du virus à travers la bougie. L'éruption est demeurée pauvre, parce que le nombre des germes était peu abondant (faut-il admettre une atténuation par la pancréatine? cela est fort possible). Notons un fait que nous retrouvons dans la suite : l'auto-inoculation véritable de l'animal par grattage de vésico-pustules chétives, auto-inoculation due à l'immunité incomplète déterminée par l'âge et la médiocrité de l'éruption.

Expérience II. — Le 19 mars 1900, on broie 1^g de pulpe, conservée 6 jours dans la glacière, avec 1^g de sable fin, et l'on ajoute, peu à peu, 30^{cm^3} d'eau physiologique. On laisse déposer et l'on décante les $\frac{2}{3}$ supérieurs de l'émulsion, qui sont dilués dans 500^{cm^3} d'une solution de pancréatine. On fait digérer 5 heures à 38°. On étend à 1^l avec de l'eau physiologique, on passe sur papier en employant un tour de main spécial (¹). On filtre sur une bougie Berkefeld, dont la paroi a été réduite à $3^{mm},5$ à $6^{mm},5$. On éprouve la bougie en faisant passer 250^{cm^3} d'un mélange de bouillon et d'eau de conduite ($\overline{cc}$). Ce mélange demeure stérile. On concentre le filtrat, en lui faisant traverser une petite bougie spéciale, tendre et à pores très serrés, construite, d'après nos indications, par la Manufacture Royale de porcelaine de Saxe.

Le 20 mars, on gratte la surface externe de la bougie de Saxe, on dilue dans 5^{cm^3} de liquide physiologique et l'on ajoute 4 gouttes de glycérine. Le tout est inoculé à un veau d'un an (mixte : gris-Crimée) par 100 scarifications.

Le huitième jour, 20 vésico-pustules chétives, qui sont grattées pour faire de la pulpe glycérinée. Cette pulpe est inoculée le 29 mars, par 10 scarifications, à un veau d'un an (race d'Anatolie). L'animal présente une éruption type dans les délais habituels.

Le quatorzième jour, sur un des points grattés, apparaît une pustule volumineuse.

Expérience III. — Le 20 avril 1900, on broie 1^g de pulpe, conservée 20 heures dans la glacière, avec un peu d'eau physiologique. On dilue dans 500^{cm^3} de solution pancréatique. On fait digérer 4 heures et demie à 37°-38°. On passe sur papier (*ubi suprà*). On filtre sur une bougie Berkefeld, dont la paroi a été réduite à 4^{mm}. La bougie, éprouvée, se montre imperméable aux germes *ordinaires*. On concentre le filtrat sur bougie de Saxe.

Le 21 avril, on gratte la surface externe de la bougie, on dilue dans $1^{cm^3},5$ de liquide physiologique et l'on ajoute 5 gouttes de glycérine. On inocule le tout à un veau d'un an (race de Crimée) par 50 scarifications.

(¹) « Collage » par le phosphate de chaux gélatineux (renvoi omis lors de la rédaction de cette Note).

Le sixième jour, apparition de deux petites vésico-pustules, qui sont grattées et additionnées de glycérine. Le dixième jour, les deux pustules grattées ont augmenté de volume et se montrent caractéristiques; il s'en est développé 6 autres aux environs et 2 à distance de la zone grattée. On recueille la pulpe de toutes ces pustules et, après l'avoir mêlée à celle du sixième jour, on inocule un veau d'un an (mixte : gris-Crimée) par 20 scarifications. L'animal présente une éruption classique.

. . . .

Les trois expériences qui précèdent démontrent bien que le microbe de la vaccine traverse la bougie Berkefeld dans des conditions où les autres bactéries se trouvent retenues. Elles démontrent aussi la nécessité de libérer l'agent pathogène intra-leucocytaire à l'aide de la pancréatine, car ces mêmes expériences, répétées de façon très variée, avec des émulsions non soumises à l'action digestive, ont toujours donné des résultats négatifs.

L'emploi de bougies usées nous a été suggéré par divers motifs : nature peu favorable du liquide à filtrer, appauvrissement de ce liquide par les manipulations auxquelles il a été soumis, appauvrissement par la filtration. En effet, on ne saurait, selon nous, demander à la meilleure des *filtrations électives* de laisser passer un très grand nombre de germes *invisibles*. Si nous possédions un moyen de culture (comme cela a lieu pour le microbe de la péripneumonie) ou des modes d'infection autres que le seul permis dans la vaccine [1] (comme c'est le cas pour la péripneumonie et la fièvre aphteuse), nous pourrions abandonner sans doute l'usure des bougies et à coup sûr la concentration.

Nous faisons en ce moment des recherches avec les bougies normales, en substituant la pression à l'aspiration.

Donc nous avons réussi à obtenir un liquide vaccinal absolument pur, quoique pauvre en germes. Ce résultat constitue un point de départ très important pour la culture de l'organisme de la vaccine.

BACTÉRIOLOGIE. — *Causes d'altération des beurres. Contrôle bactériologique de la fabrication.* Note de M. **Mazé**, présentée par M. E. Roux.

La valeur marchande des produits des industries de fermentation s'établit généralement par la dégustation.

---

[1] Mode dans lequel le plus grand nombre des germes mis en contact avec la peau se trouve forcément perdu, à l'inverse de ce qui arriverait pour une inoculation *fermée*.

L'analyse chimique ne peut jusqu'ici fournir sur ce sujet des renseignements bien utiles. C'est une question de goût, de mode, d'éducation aussi, autrement dit quelque chose dont on ne peut pas discuter.

Mais un goût bien déterminé, c'est-à-dire un ensemble de caractères organoleptiques étant admis par le consommateur, il s'agit de l'obtenir à volonté, et de le fixer pour une durée suffisamment longue. Voilà le double but qui constitue la préoccupation constante du fabricant de beurre en particulier. J'indiquerai ici les difficultés avec lesquelles il se trouve aux prises et j'établirai la possibilité d'une méthode de contrôle bactériologique de la fabrication.

Si l'on ne considère que les conditions qu'une fabrication rationnelle doit réaliser, il est facile, d'après les indications de la théorie d'obtenir un produit de bonne qualité. Il suffit de débarrasser la crème par la pasteurisation des bactéries nuisibles qu'elle renferme, et de l'ensemencer ensuite avec de bons ferments lactiques.

Mais dans la pratique, l'application de ce procédé rencontre bien des difficultés ; la pasteurisation, telle qu'elle se pratique, est insuffisante. L'entretien des levains de ferments lactiques purs est délicat ; les praticiens ne sont pas des bactériologistes et ils ignorent sinon la contagion, du moins les causes multiples qui la provoquent.

De plus, les eaux de lavage introduisent trop fréquemment dans le beurre les mauvais germes qu'on s'était appliqué à éliminer.

Il en résulte que le beurre, irréprochable pendant les deux ou trois jours qui suivent sa préparation, s'altère peu à peu on ne sait trop pourquoi, et acquiert rapidement un goût désagréable de rance.

Les agents de la rancissure sont connus, ce sont : la lumière, l'oxygène, les microbes.

Il est facile de mettre le beurre à l'abri de la lumière et de l'oxygène; on peut le protéger contre l'action des microbes par l'addition de conservateurs, ou par le froid ; mais il arrive toujours un moment où les ferments reprennent leur activité soit pendant le transport, soit chez le débitant ou le consommateur.

On a pensé que l'action des bactéries portait directement sur les matières grasses ; le plus souvent il n'en est rien ; il suffit d'ailleurs de regarder un peu du côté des huiles et des matières grasses animales, produits généralement purs, pour se convaincre de leur résistance aux actions microbiennes ; les matières grasses du beurre ont une composition analogue, et si celui-ci s'altère si vite c'est parce qu'il renferme beaucoup de substances étrangères facilement altérables (caséine, sucre de lait, sels minéraux).

Les actions microbiennes dans le beurre intéressent seulement ces substances et les matières grasses ne sont atteintes que par ricochet ; l'empirisme a d'ailleurs trouvé un procédé de conservation dans le chauffage et

la fusion dont le résultat n'est en somme, le plus souvent, qu'une purification.

Si l'on veut bien penser (et ces faits sont évidents aujourd'hui) que la caséine, le sucre de lait, l'acide lactique même à une faible concentration peuvent produire, par voie de fermentation, de l'acide butyrique et de l'acide valérianique; que les ferments capables de donner naissance à ces deux corps, à l'abri de l'oxygène, existent dans le lait et dans l'eau, on s'explique aisément le mécanisme de la rancissure et l'on conçoit le moyen de l'éviter, car les ferments lactiques, quoique ne restant pas inactifs dans le beurre, ne peuvent être qu'utiles, exactement comme dans la crème.

Mais on a le droit de se demander pourquoi, dans ces conditions, le beurre n'est pas toujours rance; la raison en est simple : les ferments lactiques ordinaires de la crème, plus prolifiques que les bactéries nuisibles, empêchent l'évolution de celles-ci par l'acide lactique qu'ils produisent aux dépens du sucre de lait et de la caséine.

Elles reprennent leur activité dans le beurre parce que les lavages enlèvent la plus grande partie de l'acide lactique.

De là un moyen tout indiqué de laver avec de l'eau filtrée sur bougie, et, en dernier lieu, additionnée d'une quantité d'acide lactique compatible avec les qualités que l'on réclame du beurre (environ $0^g,5$ à 1^g par litre). La précaution est légitime puisque l'acide lactique est un produit normal du beurre.

Mais ce n'est qu'un palliatif, car beaucoup de microbes s'accommodent fort bien de cette acidité. Le seul moyen de produire un beurre susceptible de se conserver, c'est de conduire la fabrication d'après les indications données; mais personne n'est en mesure d'affirmer, sans un examen bactériologique consciencieux, que la crème la mieux pasteurisée par les procédés actuellement en usage ne renferme pas de bactéries nuisibles, que le levain n'a pas été contaminé, que les eaux de lavage n'apportent pas de germes dangereux.

Cet examen est-il à la portée des industriels?

A cette question je n'hésite pas à répondre oui. L'œil le moins exercé peut distinguer les cultures de ferments lactiques sur des milieux solides de celles qui sont fournies par les microbes nuisibles. L'aspect des premières est tellement caractéristique qu'il n'est pas possible de s'y tromper.

Il en résulte que le praticien informé, disposant de tubes préparés

d'avance et d'un fil métallique flambé, peut faire lui-même ce contrôle très simple.

Il est d'ailleurs facile de constituer une petite collection de tubes flambés, fermés à la lampe, assurés par conséquent d'une conservation de plusieurs années, qui mette les industriels en mesure de donner à leur interprétation toute la rigueur désirable.

Si cet examen lui révèle la présence d'espèces nuisibles, il peut trouver l'origine du mal en vérifiant l'efficacité de la pasteurisation, la pureté du levain, la qualité des eaux, et même, au besoin, la stérilisation des ustensiles.

Le renseignement fourni par les cultures ne devient effectif qu'au bout de 24 heures à la température de 25°-30°. Si on les conserve quelques jours, les indications sont tout à fait instructives.

Je suis convaincu que les industriels s'intéresseront beaucoup à cette méthode de contrôle, car c'est le seul procédé qui parle aux yeux, qui mette en évidence d'une façon frappante les défectuosités ou les perfections du travail, contre ou pour lesquelles ils luttent jusqu'ici en aveugles, lorsque ce n'est pas en ignorants.

GÉOLOGIE. — *Sur la constitution géologique de la région de Chézery (Ain).* Note de M. **Attale Riche**, présentée par M. Michel Lévy.

Le *val de Chézery* est situé entre l'anticlinal du Reculet et l'anticlinal du Crêt de Chalam. Il correspond à une partie du *synclinal de la Valserine*, sur laquelle la retombée occidentale de la chaîne du Reculet s'est écroulée, grâce à un renversement brusquement accentué de ses couches, aidé par la présence d'une importante ligne longitudinale de rupture.

Au nord, le val de Chézery s'arrête en un point où ladite retombée est plus faiblement renversée et où la chaîne du Reculet offre une allure extérieure normale. Au sud, il est limité par une autre ligne de rupture, de direction oblique, convergeant au sud vers la première et le séparant du petit massif de Mantière. Cette limite méridionale du val de Chézery est aussi brusque que nette. Il en est tout autrement de la limite septentrionale, où l'érosion a déterminé la formation d'un vallon secondaire et d'un profond ravinement (*creux du Reculet*), séparés l'un de l'autre par un promontoire dont les bancs, légèrement renversés, dépendent de la retombée occidentale, du Reculet coupée longitudinalement par la première ligne de rupture indiquée.

La retombée orientale de l'anticlinal du Crêt de Chalam est formée par une longue série débutant, dans la combe culminante, par les marnes du Lias moyen et se terminant, à 800m d'altitude inférieure, au bord de la Valserine, par l'Urgonien qui diminue brusquement son fort plongement pour former le pli synclinal. L'Urgonien supporte une Mollasse argileuse et glauconieuse dépendant sans doute de la base du Miocène. Cette Mollasse constitue le substratum normal du fond du val de Chézery.

Le versant occidental de la chaîne du Reculet, au niveau du val de Chézery, est formé par les têtes de bancs de la partie supérieure de la retombée orientale. La série mise à nu descend du Ptérocérien coralligène de la crête, au Bajocien butant contre la ligne longitudinale de rupture, d'autre part de laquelle affleure la Mollasse miocène. Quant à la retombée occidentale de l'anticlinal du Reculet, dont un renversement trop accentué a déterminé l'écroulement, il en subsiste de nombreux témoins. En descendant de ladite *ligne de rupture*, vers la Valserine, on coupe d'abord le Bajocien renversé sous lequel se trouve le Bathonien que supportent des lambeaux d'Oxfordien. Les traces des étages supérieurs ont à peu près complètement disparu. Toute cette partie renversée, plus ou moins conservée suivant les points, repose sur le Miocène du synclinal.

La ligne de rupture qui sépare le val de Chézery du massif de Mantière possède une *direction oblique* relativement à celle des plis de la région. En remontant la gorge de Forens, cette ligne coupe obliquement l'*anticlinal du Crêt de Chalam* et, au delà de l'axe de celui-ci, tourne vers le Nord pour prendre la direction des affleurements de la retombée occidentale de cet anticlinal.

Cette rupture de l'anticlinal du Crêt de Chalam est accompagnée d'un *rejet bien marqué de son axe* vers le Sud-Est. La partie détachée par ladite *ligne de rupture* offre une allure tectonique des plus curieuses. Son axe, en tournant, part de la direction Nord-Nord-Est, passe insensiblement par celles Nord, puis Nord-Ouest, en traversant la gorge de la Valserine, pour finir par Ouest-Nord-Ouest en butant contre une ligne de rupture secondaire, parallèle à sa direction première.

Le massif de Mantière est nettement limité par trois lignes de rupture. A l'Est s'étend la grande ligne longitudinale de rupture de la chaîne du Reculet, laquelle continue vers le Sud en longeant le massif surélevé du Grand-Credo. Au nord, la ligne transversalement oblique de rupture de la chaîne du Crêt de Chalam sépare le massif de Mantière du val de Chézery et va se réunir à la ligne de rupture précédente. A l'Ouest, une ligne secondaire de rupture part de ladite ligne oblique, marche à peu près parallèlement au cours de la Valserine, en séparant le massif de Mantière de la terminaison de l'anticlinal du Crêt de Chalam. Au Sud, le massif de Mantière paraît s'enfoncer sous les alluvions du plateau de Confort.

L'allure tectonique du massif de Mantière est celle d'un *synclinal* dont l'axe, situé sur le côté oriental, suit parallèlement et de près la grande ligne de rupture de l'anticlinal du Reculet-Credo. La remontée occidentale de ce synclinal est au contraire très

développée; elle est formée par les étages s'étendant du Virgulien à l'Urgonien. On trouve en outre, dans l'axe, le Gault et des formations d'âge tertiaire.

Le massif synclinal de Mantière occupe une position fort bizarre. Il est évidemment, à l'égard de la chaîne du Reculet, l'équivalent ou le prolongement indirect du synclinal du val de Chézery qui s'étend plus au Nord. Mais il se rattache, en outre, intimement à la chaîne du Crêt de Chalam. J'ai dit que celle-ci, dans sa partie terminale, subit un rejet de son axe vers le Sud-Est. L'axe du synclinal de Mantière est, en effet, rejeté au Sud-Est par rapport à celui du synclinal de Chézery. D'autre part, la torsion de la terminaison de l'anticlinal du Crêt de Chalam atténue considérablement en cet endroit la retombée orientale de cet anticlinal, alors que sa retombée occidentale est si développée dans la direction du Sud.

De l'exposé de ces faits, nouveaux pour le Jura oriental, il résulte que les *mouvements orogéniques* ont été particulièrement *intenses* dans la région de Chézery. La chaîne du Reculet, exagérant en ce point l'amplitude de son *renversement,* a vu sa retombée *s'écrouler* sur le sol synclinal de Chézery. La chaîne du Crêt de Chalam, d'autre part, a subi dans sa partie terminale une *rupture* transversalement oblique, accompagnée d'un *décrochement* très net et d'une *torsion* de 90° vers l'Est. Dans ce mouvement, l'extrémité de cette dernière chaîne *a perdu* une portion notable de cette retombée orientale, laquelle s'est glissée, comme un *coin,* entre le front tronqué de cette chaîne et la ligne de rupture longitudinale de l'autre chaîne plus orientale. Le massif de Mantière joue ainsi le rôle d'un véritable *tampon* entre ces deux anticlinaux dont l'un converge vers l'autre. La chaîne du Reculet-Credo, elle-même, accuse le contre-coup de cette poussée par la *déviation* vers l'Est qu'elle subit au niveau du massif de Mantière.

M. **R. Chalvet** adresse une Note intitulée : *Nouvelle classification des corps simples en fonction des poids atomiques.*

(Renvoi à la Section de Chimie.)

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 19 NOVEMBRE 1906.

(Suite.)

Independent day-numbers for the years 1908 *and* 1909 *as used at the Royal Observatory Cape of Good Hope.* Londres, 1905-1906; 2 fasc. in-8°.

Report of his Majestys Astronomer at the Cape of Good Hope to the Secretary of the Admiralty, for the year 1905. Londres; 1 fasc. in-4°.

Atlas geologiczny Galicyi; zeszyt XVII; Carta : *Skole* (X, 8), opracowal Prof. Dr RUDOLF ZUBER. Cracovie, 1905; texte, 1 fasc. in-8°; Carte, 1 fasc. in-4° oblong.

The Institution of mechanical Engineers : Proceedings, 1906, parts 1-2. Londres; 1 vol. in-8°.

Transactions of the clinical Society of London; Vol. XXXIX. Londres, Longmans, Green et Cie, 1906; 1 vol. in-8°.

Annales médicales et Bulletin de statistique de l'hôpital d'enfants « Hamidié »; 4e, 6e et 7e années. Constantinople; imp. Osmanié, 1903, 1905, 1906; 3 vol. in-4°.

Ueber das Wesen und die Heilbarkeit des Krebses, von Dr KARL LAKER, mit einer Abbildung. Leipzig et Vienne, Franz Deuticke, 1906; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Le Prof. Dr R. GEIGEL adresse en hommage, de Wurtzbourg, une série de 10 Opuscules sur divers sujets de Médecine et de Chirurgie.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 26 NOVEMBRE 1906.

Nota sobre algunos vegetales terciarios de Cataluña, por P. FLICHE, Correspondant de l'Institut. (Extr. du *Boletin de la Com. del Mapa geologico de Espana,* 2e série, t. VIII.) Madrid, 1906; 1 fasc. in-8°.

Les erreurs de la Carte de France. (*Cahiers du Service géographique de l'Armée,* n° 25.) Paris, 1906; 1 fasc. in-8°.

Theory and construction of tables for the rapid determination of the prime factors of a number, by professor ERNEST LEBON. (Extr. du *Bull. of the Americ. math. Soc.,* 2e série, vol. XIII, n° 2, p. 74-78, novembre 1906.) New-York; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Annales de l'Observatoire d'Astronomie physique de Paris, sis Parc de Meudon (Seine-et-Oise), publiées par J. JANSSEN, Directeur de l'Observatoire; t. III, 1er fascicule. Paris, Gauthier-Villars, 1906; 1 fasc. in-4°.

Accidents oculaires consécutifs à l'observation des éclipses de Soleil, revue histo-

rique et critique avec dix observations nouvelles, par le Dr A. BEAUVOIS. (Extr. du *Recueil d'Ophtalmologie,* mai-juin 1906.) Paris, Félix Alcan, 1906; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Notice sur l'Observatoire et sur quelques observations de l'éclipse du 30 *août* 1905, par le P. R. CIRERA. (*Mémoires de l'Observatoire de l'Èbre,* sis à Roquetas, dépendant du Collège d'Etudes supérieures de la Compagnie de Jésus, de Tortosa; n° 1.) Barcelone, 1906; 1 fasc. in-4°.

Solar Physics Committee. Tables of wave-lengths of enhanced lines, compiled from investigations made at the Solar Physics Observatory, South Kensington, under the direction of Sir NORMAN LOCKYER. Londres, 1906; 1 fasc. in-4°.

Institut aérodynamique de Koutchino, par D. RIABOUCHINSKY. Saint-Pétersbourg, 1905; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Bulletin de l'Institut aérodynamique de Koutchino, fasc. 1. Saint-Pétersbourg, imp. R. Golcike et A. Wilborg, 1906; 1 fasc. in-8°.

Ergebnisse der Arbeiten des königlich preussischen aeronautischen Observatoriums bei Lindenberg im Jahre 1905; Bd. I, mit zahlreichen Textfiguren und Tafeln; herausgegeben v. Dr RICHARD ASSMANN, Director. Brunswick, Friedrich Vieweg et fils, 1906; 1 fasc. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 3 DÉCEMBRE 1906.

Récolte et conservation des Diptères, particulièrement des espèces qui piquent pour sucer le sang, par M. E.-L. BOUVIER, Membre de l'Institut. (Extr. des *Annales de l'Institut Pasteur,* t. XX.) Paris, Masson et Cie, s. d.; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Mission d'études de la maladie du sommeil : I. *Organisation de la Mission.* II. *Instructions pour les recherches à effectuer au Congo français par la Mission française de la maladie du sommeil,* rédigées au nom de la Commission française de l'Association scientifique internationale d'Agronomie coloniale, par MM. BOUVIER, GIARD et LAVERAN, Membres de l'Académie des Sciences. Paris, imp. F. Levé, 1906; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Bouvier.)

Notes on the life history of british flowering plants, by the right hon. Lord AVEBURY, P. C. Londres, Macmilland et Cie, 1905; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Gaston Bonnier. Hommage de l'auteur.)

Questions d'hygiène publique liées à l'exploitation des tramways de Valenciennes, par A. MANOUVRIEZ. Lille, Le Bigot frères, 1906; 1 fasc. in-8°.

Évian station d'été pour les arthritiques nerveux, par M. A. MANOUVRIEZ. Paris, Jules Roussert, et Valenciennes, Lemaître, 1906; 1 fasc. in-8°.

Johan Kaspar Zeuss zum hundertjährigen Gedächtniss, Festrede..., von ERNST KUHN. Munich, 1906; 1 fasc. in-4°.

Cerebra simiarum illustrata. Das Affenhirn in bildlicher Darstellung, von Prof. Dr GUSTAF RETZIUS, mit 67 Tafeln. Stockholm, 1906; 1 vol. in-f°. (Hommage de l'auteur.)

Antarctic Botany : Its present state and future problems, by R.-N. RUDMOSE BROWN, B. Sc., scottish national antarctic Expedition. (Extr. de *The scottish geographical Magazine*, septembre 1906.) 1 fasc. in-8°.

Études sur la Faune mammalogique du Congo, par PAUL MATSCHIE, t. I, fasc. 1 : *Le sanglier noir de l'Ituri, « Hylochœrus ituriensis »*. (*Annales du Musée du Congo: Zoologie*, série V.) Bruxelles, Spineux et Cie, 1906; 1 fasc. in-f°.

Memoirs of the geological Survey of India. Paleontologia indica; series 15, t. V, Memoir n° 1 : *Fauna of the Tropites-limestone of Byans*, by CARL DIENER, plates I to XVII. Calcutta, 1906; 1 vol. in-f°.

Die belangrijkste ziekten van kool in Noord-Holland, de draaihartigheid, het vallen en de kanker, door H.-M. QUANJER. Haarlem, 1906; 1 fasc. in-4°.

Abhandlungen der mathematisch-physikalischen Klasse der königlich-bayerischen Akademie der Wissenschaften; Bd. XXII, 3, und XXIII, 1. Munich, 1906; 2 fasc. in-4°.

Memoirs of the Royal astronomical Society, t. LVI. Londres, 1906; 1 vol. in-4°.

The economic Proceedings of the Royal Dublin Society, t. I, part 8, july 1906 Dublin; 1 fasc. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 10 DÉCEMBRE 1906.

Bassin houiller et permien de Blanzy et du Creusot. Fasc. II. *Flore fossile*, par R. ZEILLER, Inspecteur général des Mines, Membre de l'Institut; Texte et Atlas. (*Études des gîtes minéraux de la France*, publiées sous les auspices de M. le Ministre des Travaux publics par le Service des Topographies souterraines.) Paris, Imprimerie nationale, 1906; 2 vol. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Études sur Léonard de Vinci, ceux qu'il a lus et ceux qui l'ont lu, par PIERRE DUHEM, Correspondant de l'Institut; première série. Paris, A. Hermann, 1906; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Le Opere di Galileo Galilei; edizione nazionale sotto gli auspicii Sua Maestà il Re d'Italia; t. XVII, XVIII. Florence, 1906; 2 vol. in-4°. (Offert par M. le Ministre de l'Instruction publique d'Italie.)

The fossil fishe of the Upper Lias of Whitby, by ARTHUR-SMITH WOODWARD. (Extr. des *Proceedings of the Yorkshire geological and polytechnic Society*, 1895-1898.) 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

R. Universita Romana. Scuola d'applicazione per gl'Ingeneri. Annuario per l'anno scolastico 1906-1907. Rome, 1906; 1 fasc. in-12.

Reale Istituto Lombardo di Scienze e Lettere. Rendiconti; série II, t. XXXVIII, fasc. 17-20; t. XXXIX, fasc. 1-16. Milan, 1905-1906; 16 fasc. in-8°.

Atti della Fondazione scientifica Cagnola; t. XX, 1904-1905. Milan, 1906; 1 fasc. in-8°.

Sitzungsberichte der physikalisch-medizinischen Societät in Erlangen; 1905. Bd. XXXVII. Erlangen, 1906; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moscou; année 1905, nos 1, 2 et 3. Moscou, 1906; 1 fasc. in-8°.

Boletin mensual del Observatorio meteorologico central del Estado de Oaxaca; ano XXIV, 1906-1907, nos 1 y 2. Oaxaca de Juarez, 1906; 1 fasc. in-f°.

ERRATA.

(Séance du 9 juillet 1906.)

Note de MM. *L. Lewin, A. Miethe* et *E. Stenger*, Détermination, en longueurs d'onde, des raies d'absorption photographiées des matières colorantes du sang.

Page 116, lignes 27 et 28, *au lieu de*

Hématopor-phyrine acide.	obtenue de sang sec.	598,0	575,5	553,5			404,0
	pure	588,0	566,0	547,0	540,0.	500,0	400,8

lisez

Hématopor-phyrine acide.	obtenue de sang sec.	597,0....	554,0	404,0
	pure	594,0....	551,0	400,8

Notes de M. *Lœwy*, Méthode nouvelle et rapide pour la détermination des erreurs de division d'un cercle méridien :

(Séance du 15 octobre 1906.)

Page 535, ligne 2, *au lieu de* $\frac{\pm 0'',02}{4} = \pm 0'',005$, *lisez* $\frac{\pm 0'',03}{4} = \pm 0'',075$.

(Séance du 29 octobre 1906.)

Page 622, ligne 10, *au lieu de* l, *lisez* L.

» ligne 12, *au lieu de* L, *lisez* l.

» 623, ligne 10, *au lieu de* E_x, *lisez* $2 E_x$.

» 624, Tableau (c), 7e colonne, *au lieu de* 208, *lisez* 28; aux 2 dernières lignes, colonne du milieu, les indices sont 12 *au lieu de* 36.

Page 626. Dans la formule (5) du premier groupe, tous les coefficients 3 doivent être précédés du signe +.

Dans la dernière valeur de E_{76}, *au lieu de* $3\Delta_{71,160}$, *lisez* $3\Delta_{76,160}$.

(Séance du 12 novembre 1906.)

Page 719. Microscopes à la distance 12°. *Au lieu de* $\begin{pmatrix} D_1 \\ D_2 \end{pmatrix}$, *lisez* $\begin{pmatrix} D_1 \\ D_2 \end{pmatrix}_{54}^{30}{}_{42}$.

» 722, lignes 2, 3 et 4, *au lieu de* k, k_1, k_2, *lisez* $2k$, $2k_1$, $2k_2$.

» 724, ligne 22, mêmes corrections.

(Séance du 3 décembre 1906.)

Page 860, ligne 11, *au lieu de* E_{33}, *lisez* E_{36}.

» 863. Au système B, *ajoutez* le Tableau suivant :

Poids d'une des quatre grandeurs ci-dessous = 0,951.

$$14\,E_{36} = -8\,(d_1 d_2) + 2(d_3\ldots d_{10}) - 2{,}4\,(d'_1\ldots d'_4) + 1{,}6\,(d'_5\ldots d'_{10})$$
$$14\,E_{72} = +8\,(d'_9 d'_{10}) - 2\,(d'_1\ldots d'_8) - 2{,}4\,(d_1\ldots d_4) + 1{,}6\,(d_5\ldots d_{10})$$
$$14\,E_{108} = -8\,(d'_1 d'_2) + 2(d'_3\ldots d'_{10}) + 2{,}4\,(d_7\ldots d_{10}) - 1{,}6\,(d_1\ldots d_6)$$
$$14\,E_{144} = +8\,(d_9 d_{10}) - 2\,(d_1\ldots d_8) + 2{,}4\,(d'_7\ldots d'_{10}) - 1{,}6\,(d'_1\ldots d'_6)$$

(Séance du 3 décembre 1906.)

Page 869, lignes 17, 20 et 24, *au lieu de* M. E. Fabry, *lire* M. Louis Fabry.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 31 DÉCEMBRE 1906,

PRÉSIDENCE DE M. H. POINCARÉ.

RENOUVELLEMENT ANNUEL

DU BUREAU ET DE LA COMMISSION CENTRALE ADMINISTRATIVE.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Vice-Président pour l'année 1907, lequel doit être choisi dans l'une des Sections des Sciences mathématiques.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 46,

M. H. Becquerel obtient	43	suffrages
M. Lippmann »	2	»
M. Léauté »	1	»

M. **H. Becquerel**, ayant réuni la majorité des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de deux de ses Membres qui devront faire partie de la Commission administrative pendant l'année 1907.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 36,

M. Maurice Levy obtient	36	suffrages
M. Bornet »	35	»

MM. **Maurice Levy** et **Bornet**, ayant réuni la majorité des suffrages, sont proclamés élus.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Appareils enregistreurs de l'atmosphère solaire.* Note de M. H. Deslandres.

Les appareils enregistreurs de l'atmosphère solaire, qui sont des spectrographes enregistreurs ou des spectro-enregistreurs, sont appelés à prendre une grande extension. La tendance actuelle est en effet d'organiser, par une Union internationale, l'enregistrement aussi continu que possible de tous les éléments variables du Soleil. Les premiers spectro-enregistreurs ont été relativement simples; mais, pour assurer l'étude complète de l'atmosphère solaire, ces appareils doivent être plus compliqués, avoir des dimensions beaucoup plus grandes et des mouvements plus difficiles à réaliser. La Note actuelle présente quelques remarques sur les appareils anciens et nouveaux.

Les appareils enregistrent : soit la composition chimique générale, soit les formes ou plages brillantes de chaque vapeur, soit les mouvements radiaux; de là trois groupes qui ont chacun leur but spécial et leurs mouvements caractéristiques. Chaque groupe, à son tour, peut être subdivisé; c'est ainsi que les enregistreurs des formes, appelés communément *spectrohéliographes,* offrent trois subdivisions naturelles qui fournissent spécialement l'image des vapeurs à raies brillantes, des vapeurs à raies noires, et des amas de particules décelés par leur spectre continu.

Les spectrohéliographes pour raies brillantes (raies H et K du calcium) sont les seuls qui, jusqu'à présent, ont été construits dans plusieurs observatoires, et sous des formes différentes; l'enregistreur des vitesses radiales a été réalisé dans un seul observatoire (Meudon). Tous les autres enregistreurs, en réalité, sont encore à organiser; car les modèles essayés n'assurent pas une solution complète. Il convient de passer en revue rapidement les divers appareils.

Le spectrohéliographe comporte en principe deux mouvements distincts, continus et proportionnels, qui sont : 1° le déplacement relatif de la fente collimatrice ou première fente et de l'image solaire projetée sur elle; 2° le déplacement relatif de la plaque photographique et de la seconde fente qui isole la radiation étudiée. Le second déplacement peut avoir lieu dans deux

sens opposés; mais un des sens est plus favorable, ce que Newall a fait ressortir il y a quelques années déjà.

Le premier mouvement et aussi le second sont réalisables de façons très différentes, d'où un grand nombre de types de spectrohéliographes. Lorsque l'appareil réalise certaines conditions optiques et mécaniques, parfois très gênantes, il est vrai, le second mouvement est assuré par le premier, et les deux mouvements se réduisent à un seul.

Les principaux types peuvent être classés d'après les dispositifs principaux, ci-dessous énumérés, qui assurent le premier mouvement : 1° On adapte le mouvement diurne du Soleil sur la première fente (Evershed, 1893); 2° On suit le Soleil, mais en déplaçant la lunette astronomique et son spectrographe autour de l'un des axes de l'équatorial. Solution à deux mouvements, dont l'un est rotatif et l'autre rectiligne (Hale à l'Observatoire Yerkes en 1903); 3° On déplace l'objectif astronomique seul. Solution non encore appliquée; 4° On déplace la première fente et simultanément la seconde, le Soleil étant fixe. Solution à deux mouvements rectilignes. Image du Soleil elliptique avec un réseau (Hale, 1892); 5° On déplace le spectrographe tout entier et simultanément la plaque photographique. Solution (type 5*a*) à deux mouvements rectilignes, qui convient pour les grandes images et l'agrandissement direct (Deslandres, 1894).

Le second mouvement est rendu solidaire du premier par une liaison mécanique, variable avec les types et les appareils, formée de leviers, poulies, engrenages, etc.; et, en général, il peut être organisé en satisfaisant à la condition de Newall (1).

Mais cette transmission apporte une complication et une cause de trouble pour les images. Aussi se porte-t-on vers les solutions particulières suivantes du type 5 (5*b*, 5*c*, 5*d*), où cette transmission est supprimée, le mouvement absolu de la plaque étant nul : Solution 5*b*, qui convient seulement pour des portions de l'image solaire peu étendues dans le sens du rayon. Le spectrographe, à vision directe, tourne autour de son axe optique (Lohse, 1885). — Solution 5*c*, qui ne convient pas aux prismes et aux grandes images, mais assure l'agrandissement direct. Le spectrographe tourne dans son plan autour du point de rencontre des axes optiques du collimateur et de la lunette, les distances des fentes à ce point étant proportionnelles aux distances focales [Evershed, 1898, et Cirera, 1904 (2)]. — Solution 5*d*, qui ne permet pas

(1) L'observance de la condition de Newall, avec les deux fentes fines, apporte un profit réel seulement lorsque les images solaires sont très bonnes.

(2) Ces appareils d'Evershed et Cirera sont établis de manière que les inconvénients du type 5*c* soient atténués. Les essais du spectrohéliographe de Cirera ont été faits en 1904 dans mon laboratoire et en partie par Millochau sous ma direction.

En 1906, Millochau et Stefanik ont proposé un appareil du type 5*c*, qui est vertical et est soutenu par quatre pointes, deux horizontales pour la rotation et deux verti-

l'agrandissement direct, mais se prête aux grandes images (Hale, 1893; Deslandres, 1893, et tout récemment, plusieurs autres observateurs). La lunette a la même longueur que le collimateur et est rendue parallèle à ce dernier grâce à une réflexion sur un miroir auxiliaire.

Les trois solutions précédentes sont simples au point de vue mécanique, mais, le plus souvent, ne permettent pas de remplir la condition de Newall.

Le type le meilleur à adopter dépend du but à atteindre et des conditions de l'observation. D'une manière générale, d'ailleurs, tous les appareils précédents ont donné de bons résultats et les meilleures images publiées jusqu'ici ont été obtenues avec les spectrographes à deux mouvements. A Meudon, on conserve le type *5a*, à deux mouvements, parce qu'il n'exige aucune condition optique spéciale et se prête aux changements fréquents d'appareils et aux recherches; mais, dans l'organisation nouvelle préparée avec un grand sidérostat de Foucault, à l'aide des crédits nouveaux votés par les Chambres, on a prévu [1], d'une part, une grande table, mobile en ligne droite sur rails, apte à recevoir des appareils quelconques à un ou à deux mouvements et, d'autre part, une table circulaire tournante, mobile sur billes, destinée aux transmissions de mouvements, et aux appareils du type *5c*, même de grande dimension.

Les appareils précédents ont été organisés spécialement pour les images des raies brillantes (H et K) qui n'exigent pas une grande dispersion [2]; les chambres ne dépassent pas 1^m ou $1^m,50$. Mais, si l'on veut isoler les raies noires et toutes les raies noires, on est conduit à des appareils beaucoup plus dispersifs et plus grands. Rowland, pour obtenir les 20000 raies de son spectre, a employé de grands réseaux avec des distances focales de 7^m. Un spectrohéliographe au moins aussi puissant est donc nécessaire d'autant que la seconde fente, qui est courbe, n'est pas, en général, parfaite; ce qui conduit à augmenter la distance focale, pour élargir la raie noire.

---

cales. Le dispositif ne s'applique pas à un spectrographe un peu grand, mais, étant simple et léger, il convient bien pour le mont Blanc, auquel il est destiné. Les quatre pointes peuvent être remplacées par un couteau et une simple corde.

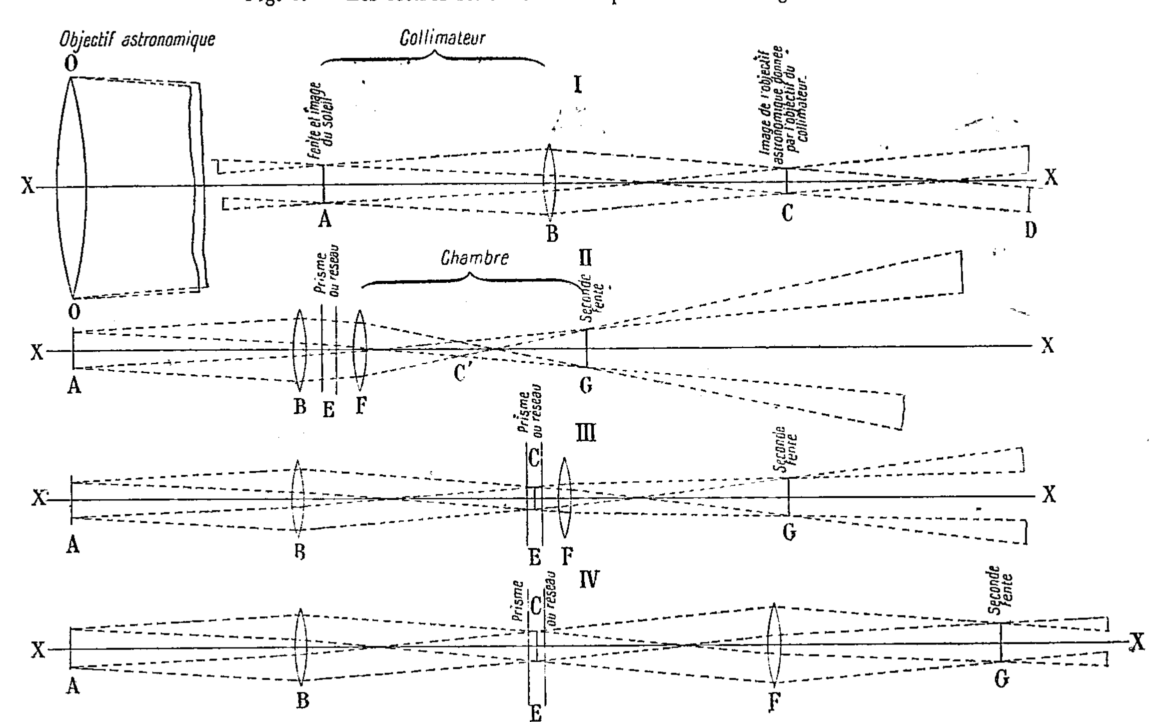
(1) On a prévu aussi précédemment (1905) un spectrohéliographe fixé directement à un équatorial spécial et capable de donner des images solaires de $0^m,20$.

(2) Ces appareils conviennent aussi pour les raies noires, mais pour un petit nombre de ces raies. Les premières épreuves des raies noires ont été faites en 1894 par Deslandres avec un spectrohéliographe qui est le moins dispersif de tous ceux employés jusqu'ici.

Un spectrographe aussi long ne peut être fixé à un équatorial, mais doit être rattaché à un sidérostat et même maintenu immobile sur le sol. Le seul dispositif alors possible est celui du type n° 3, non encore appliqué, qui comporte le déplacement de l'objectif astronomique seul, et le déplacement proportionnel de la plaque.

De plus, avec la grande dispersion, la lumière isolée est faible, et il faut avoir un grand objectif, nécessairement fort éloigné de la plaque. Les deux mouvements, ordinairement reliés l'un à l'autre, doivent, dans ce cas nouveau, être séparés, tout en restant exactement proportionnels. Ce résultat sera obtenu par deux bonnes vis, qui déplaceront séparément les deux

Fig. 1. — Les lettres sont les mêmes pour toutes les figures de 1 à 5.



OO, objectif astronomique; A, fente du collimateur; AB, collimateur; C, image de l'objectif astronomique donnée par l'objectif du collimateur, sur laquelle se réunissent tous les faisceaux, et qui correspond à la largeur minima du faisceau total; E, prismes ou réseau; FG, chambre; G, seconde fente; GHIKL, second spectroscope qui prolonge le premier et qui, en général, diminue fortement l'image formée en G; L, troisième fente; M, miroir plan auxiliaire.

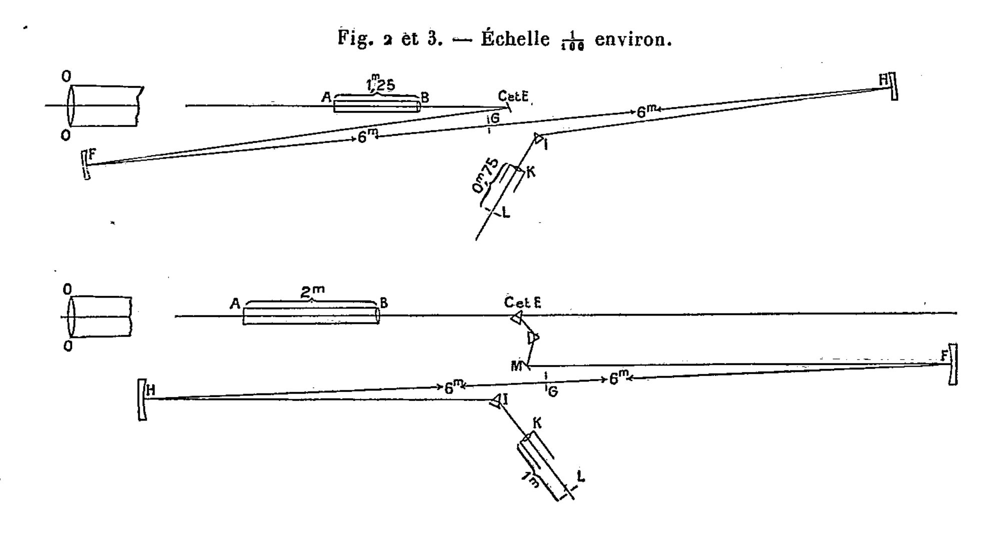
parties, étant mues par des mouvements d'horlogerie bien réglés, ou par des moteurs électriques synchrones, ainsi que dans le télégraphe Baudot.

D'autres causes concourent encore à augmenter la longueur du spectrohéliographe, qui peut atteindre plusieurs dizaines de mètres. Avec la

chambre longue, l'image solaire est agrandie et affaiblie ; et, pour avoir des poses acceptables, il faut la reprendre par un autre objectif qui la diminue. Mais alors la chambre doit être placée à une distance des prismes ou réseaux au moins égale à sa longueur, autrement l'objectif qui diminue ne reçoit qu'une partie des faisceaux lumineux et l'image finale est tronquée. La figure 1 ci-contre montre la marche des faisceaux lumineux, et en particulier des deux faisceaux aux extrémités d'un diamètre solaire, dans le spectrohéliographe, pour différentes positions des prismes et de la chambre. Dans la disposition de la case II, les faisceaux sortent très divergents, et l'objectif qui diminue n'en reçoit qu'une partie. Les conditions ne sont favorables que dans la case IV.

La figure 2 présente le plan d'un spectrohéliographe pour raies noires avec un objectif astronomique de 60^{cm} et 15^{m} de distance focale (rapport d'ouverture $\frac{1}{25}$) et un réseau E de 5^{cm} de hauteur. Le collimateur AB de $1^{m},25$, le réseau E et la chambre EFG de 6^{m} sont disposés comme dans la figure 1, case IV, avec cette différence que l'objectif de chambre, relativement beaucoup plus long, est remplacé par un miroir concave de $0^{m},40$ qui occupe moins de place et est moins coûteux. Après la seconde

Fig. 2 et 3. — Échelle $\frac{1}{100}$ environ.



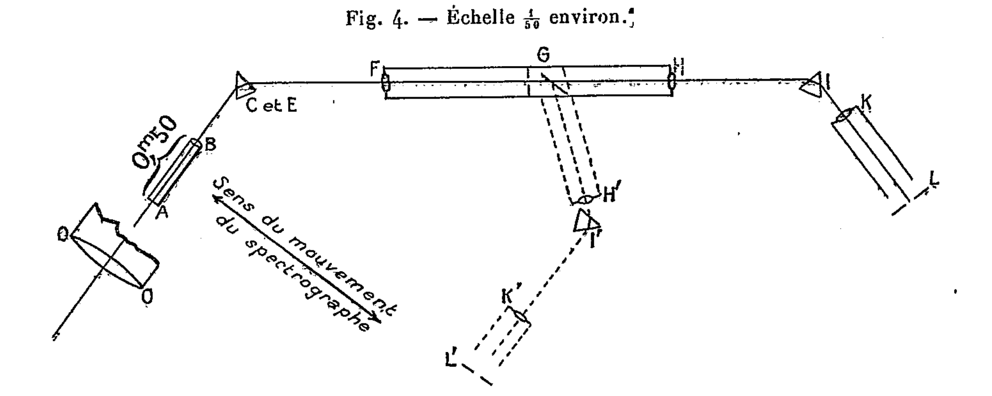
fente G est le système diminuant GHIKL, muni de la troisième fente L et d'un prisme I qui élimine la lumière diffuse, mais peut être supprimé, si cette lumière n'est pas gênante. Le système GHIKL est en réalité un second spectrographe, qui prolonge le premier, et forme avec lui un spectrohéliographe à trois fentes (Deslandres, 1893). L'image finale en L est beaucoup

plus petite que l'image en G, et même plus petite que l'image solaire en A.

La figure 3 représente un spectrohéliographe analogue qui comprend deux prismes capables de recevoir un faisceau lumineux large de 8^{cm} et deux miroirs concaves de 60^{cm} d'ouverture. L'appareil peut donner en L l'image diminuée, mais entière, du Soleil.

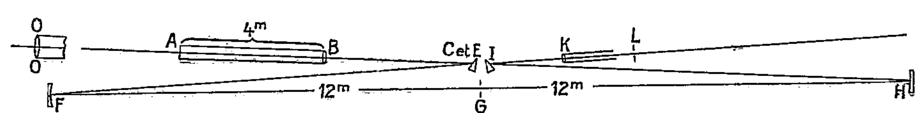
Les appareils précédents conviennent aux vapeurs des raies noires et fines; pour les amas de particules, il convient d'avoir un spectrohéliographe, également à trois fentes, mais polychrome (*Comptes rendus*, t. CXLII, p. 1009). Tel est l'appareil de la figure 4, destiné aux particules du bord solaire extérieur et symétrique par rapport à la seconde fente G; il est peu

Fig. 4. — Échelle $\frac{1}{50}$ environ.



dispersif et est mû tout entier perpendiculairement à l'axe optique de l'objectif astronomique, qui reste immobile.

Fig. 5. — Échelle $\frac{1}{200}$ environ.



Enfin l'appareil de la figure 5 réunit les avantages de tous les précédents; il est aussi dispersif que l'appareil de la figure 3, et de plus est polychrome; il isole avec la même facilité la lumière entière d'une raie large ou une petite portion de cette raie, ou plusieurs raies à la fois. Il a deux grands miroirs concaves de $0^{m},60$, et deux demi-prismes de 30°, argentés sur une face, qui reçoivent un faisceau large de $0^{m},16$. Les deux prismes tournent ensemble, mus par un même mécanisme qui les maintient symétriques par rapport au plan de la seconde fente G, et toutes les radiations passent successivement par les deux fentes G et L.

En résumé, les modèles ci-dessus, qui sont présentés comme des exemples et sont largement modifiables, montrent avec netteté que les appareils nouveaux ont des dimensions et des mouvements tout autres que les anciens.

D'autre part, les spectro-enregistreurs, qui relèvent pour le disque entier les vitesses radiales de H et K et les épaisseurs des trois couches du calcium, ont aussi de grandes dimensions; et, comme leur mouvement est discontinu, il est meilleur de laisser l'appareil immobile et de déplacer seulement l'objectif astronomique et la plaque, même séparés par une grande distance.

Enfin les enregistreurs des spectres qui relèvent près des taches la composition chimique générale des vapeurs et leurs mouvements radiaux, ont une grande dispersion et des mouvements spéciaux. Le spectrographe et l'objectif astronomique sont fixes, et l'on déplace d'une part la première fente, et d'autre part la plaque, mais non plus comme auparavant dans le sens perpendiculaire aux raies, dans le sens parallèle. Le spectre photographié est aussi étendu que possible; et, pour reconnaître à quelle partie de la tache il correspond, on photographie, à côté de lui, sur la même plaque, l'image de la tache sur la fente collimatrice. Telles sont les particularités de l'organisation nouvelle que le cadre étroit de cette Note permet d'exposer.

ASTRONOMIE. — *Sur les observations de nébuleuses faites à l'Observatoire de Paris.* Note de M. **G. Bigourdan.**

J'ai l'honneur de présenter à l'Académie le Tome II de mes observations différentielles de nébuleuses, Tome qui renferme les mesures de ces astres compris entre 2^h0^m et 9^h0^m d'ascension droite.

Ces observations ont été faites avec l'Équatorial de la tour de l'Ouest de $0^m,305$ d'ouverture libre. Commencées en 1884, et toujours continuées depuis, ces mesures portent sur toutes les nébuleuses visibles à Paris avec l'instrument employé, soit sur 7000 environ.

La publication ne pouvait se faire année par année d'observation, parce que les recherches auraient été difficiles; en outre, les diverses mesures d'une même nébuleuse se seraient trouvées séparées. Pour cette raison, cette publication a été faite par heures entières, à mesure de l'achèvement de chacune d'elles. Mais, en publiant ainsi par heures, il a été impossible

de suivre l'ordre des ascensions droites, à cause de la très inégale répartition des nébuleuses sur les 24 heures; les heures IX à XIII paraîtront donc les dernières, car c'est là que les nébuleuses sont accumulées.

Actuellement, 19 heures sur 24 sont publiées, mais se trouvent dispersées dans les *Annales de l'Observatoire de Paris* (Observations); pour faciliter les recherches nous indiquons ici, pour chaque heure, le volume qui la renferme :

Heure.	Volume.	Heure.	Volume.
0	1900	XIV	1899
I	1902	XV	1884
II	1901	XVI	1890
III	1900	XVII	1890
IV	1901	XVIII	1891
V	1898	XIX	1891
VI	1899	XX	1897
VII	1903	XXI	1897
VIII	1904	XXII	1898
		XXIII	1888

On voit qu'il reste à publier les heures IX à XIII; les mesures de l'heure IX sont cependant à peu près complètes; mais, dans les quatre autres, il reste nombre de nébuleuses à mesurer pour compléter le travail.

A mesure il a été fait un tirage à part à petit nombre, et l'ensemble de ces tirages formera cinq Tomes comprenant :

Tome I, 1re Partie	Introduction
I, 2e »	heures 0-I
II	» II-VIII
III	» IX-XIII
IV	» XIV-XVII
V	» XVIII-XXIII

C'est le Tome III et l'Introduction qui restent à paraître.

Cette Introduction doit renfermer la description de l'instrument employé, la méthode de mesure et les constantes qui ont servi aux réductions, de manière que tous les calculs puissent être vérifiés.

Les nébuleuses ont été rapportées chacune à son étoile de comparaison par la mesure de l'angle de position et de la distance; cette méthode, qu'on n'avait employée qu'exceptionnellement dans les mesures différentielles de nébuleuses, présente le grand avantage de supprimer, au moins pour la plus grande partie, l'équation personnelle parfois très grande dans

ce genre d'observations. En outre, et sans rien sacrifier de la précision, elle a permis de donner au travail une extension inusitée, puisque les astronomes qui s'étaient jusqu'ici adonnés aux observations des nébuleuses n'avaient presque jamais mesuré plus de 700 de ces astres, au lieu de 7000 auxquels s'étend notre travail. Et, sur ce nombre, beaucoup sont très faibles, tandis qu'auparavant on mesurait surtout des nébuleuses brillantes.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur une méthode de mesure des résistances opposées par les métaux à des déformations rapides.* Note de MM. **P. Vieille** et **R. Liouville**.

Dans l'étude des résistances qu'opposent les métaux et notamment le cuivre à des déformations importantes et rapides, les méthodes qui utilisent les pressions produites par les explosifs balistiques présentent des avantages particuliers auxquels nous avons fait allusion dans une Note précédente.

On peut, en effet, au moyen des pressions développées par un explosif, déterminer l'écrasement de petits cylindres métalliques (crushers), par des pistons de masse assez faible pour qu'à chaque instant les forces d'inertie soient négligeables, même quand la hauteur initiale des cylindres est réduite de près de moitié avec des vitesses de près de 2^m par seconde. Il y a plus :

Si l'on soumet à des actions de cette nature deux cylindres de cuivre identiques, séparés par un piston léger en acier, il est facile de s'assurer encore que la loi des écrasements n'est pas modifiée par ces masses additionnelles. Il suffit d'inscrire sur un cylindre tournant les déplacements du piston qui reçoit l'action des gaz et de celui qui sépare les deux crushers. Le premier tracé a ses ordonnées doubles de celles du second; les forces d'inertie, bien que notablement augmentées pour l'un des pistons, sont restées insensibles.

Dans le dispositif précédent, si l'on remplace l'un des cylindres neufs par un cylindre déjà écrasé sans vitesse, les origines des deux tracés ne correspondent plus au même instant, le premier déplacement du piston intermédiaire n'ayant lieu qu'au moment où la pression, transmise par le cylindre en cours d'écrasement, dépasse la résistance du cylindre témoin. Les tracés donnent, pour cet instant, l'écrasement du premier cylindre et la

vitesse correspondante. La comparaison avec la hauteur initiale du cylindre témoin fait connaître la différence des écrasements relatifs à une même pression, donnée par la table de tarage sans vitesse. Cette évaluation tient compte des phénomènes thermiques qui accompagnent la déformation du cylindre et ne sauraient en être séparés. Enfin la lecture complète des tracés permet de savoir quelle a été la loi des vitesses d'écrasement successives réalisées par les cylindres.

Nous avons effectué plus de soixante déterminations de cette nature, avec des cylindres crushers réglementaires de la Marine, à des vitesses d'écrasement variables entre $0^{m},10$ et 2^{m} par seconde, c'est-à-dire sous des pressions se développant avec des vitesses de 50 à 1000 tonnes par seconde.

La précision des mesures exige uniquement la détermination correcte du point où les deux cylindres ont commencé à s'écraser à la fois. Une circonstance particulière rend cette mesure très précise. La courbe d'écrasement proprement dit du deuxième cylindre, au lieu de se détacher d'un trait d'origine un peu épaissi, est précédée d'une courbe représentant une très légère flexion du système et sur laquelle le point cherché se détermine avec une grande exactitude.

Les résultats des essais sont réunis dans le Tableau ci-dessous :

Nombre des essais.	Écrasement du crusher en vitesse au moment de la flexion du témoin en millimètres.	Vitesse d'écrasement correspondante, en centimètres.	Différence des écrasements des deux cylindres en millimètres.	Pression de la Table de tarage, sans vitesse.	Pression vraie.	Correction applicable aux indications de la Table de tarage, sans vitesse.	
8	mm 0,99	42 {6 / 100}	$0^{mm},01$ à $0^{mm},05$	kg 857	863^{kg} à 887^{kg}	6^{kg} à 30^{kg}	»
8	1,80	60 {12 / 124}	mm 0,20	1303	kg 1403	100	7,67 pour 100
28	2,64	69 {13 / 144}	0,36	1691	1839	148	8,75 pour 100
13	3,51	81 {15 / 170}	0,49	2057	2262	205	10 pour 100
4	5,42	52,5	0,37	2939	3140	201	6,84 pour 100

Ces nombres donnent lieu aux constatations suivantes :

1° La différence des écrasements obtenus avec ou sans vitesse, égale à quelques centièmes de millimètre pour des pressions de 900^{kg} environ, s'élève jusqu'à 5 dixièmes de millimètre pour des pressions de 2000^{kg}, décroît ensuite et se réduit à $0^{mm},37$ pour une pression voisine de 3000^{kg}.

Les vitesses, indiquées pour chaque valeur de l'écrasement, ont été atteintes sur des tracés d'allures différentes, obtenus en faisant varier,

soit la densité de chargement, soit la vivacité de l'explosif. Dans tous les cas, les différences d'écrasement, même les plus considérables, n'ont pas été influencées d'une façon sensible par la loi d'écrasement choisie.

Par exemple, sous des écrasements de $2^{mm},65$, correspondant à des pressions de 1700^{kg}, la différence des écrasements, avec et sans vitesse, a été trouvée de

$0^{mm},38$ pour la vitesse de $1^{m},44$ }
$0^{mm},36$ pour la vitesse de $0^{m},51$ } Moyennes de 4 essais
$0^{mm},35$ pour la vitesse de $0^{m},17$ }

l'écrasement final étant de $3^{mm},5$ et la pression maximum de 2000^{kg} environ.

Elle a été trouvée de

$0^{mm},34$ pour la vitesse de $0^{m},93$, moyenne de 4 essais,
$0^{mm},37$ pour la vitesse de $0^{m},75$, moyenne de 8 essais,
$0^{mm},32$ pour la vitesse de $0^{m},27$, moyenne de 4 essais,

l'écrasement final étant de 5^{mm} à 6^{mm} et la pression maximum, de 2700^{kg} à 3000^{kg}.

Ces nombres correspondent à une correction de 150^{kg} sur la table manométrique avec des écarts individuels, négligeables vis-à-vis de la correction principale.

De même, sous des écrasements de $4^{mm},50$, c'est-à-dire sous des pressions de 2500^{kg} environ, les différences obtenues dans des tracés où l'écrasement final atteignait 6^{mm}, sont :

$0^{mm},51$ pour la vitesse de $1^{m},35$ } moyennes de 4 essais.
$0^{mm},44$ » $0^{m},34$ }

En résumé, dans nos expériences, l'effet d'une modification des vitesses, dans le rapport de 1 à 10, l'effet d'une modification des lois d'écrasement dans les limites où nous avons pu opérer, sont restés inappréciables, et pourtant la valeur absolue de la correction, applicable à la table de tarage, est notable, elle croît rapidement avec les écrasements supérieurs à 1^{mm}; elle est en moyenne de 8 pour 100 jusqu'aux limites des applications balistiques.

Ces constatations ne sont pas en désaccord avec les notions que nous avons présentées dans une Note précédente, impliquant en principe la dépendance de l'écrasement final et de la loi suivie pour y parvenir. Il convient en effet de remarquer que les tracés donnés par les explosifs satis-

font à la condition commune de s'effectuer, dès les plus faibles écrasements, sous des vitesses de l'ordre du décimètre, c'est-à-dire mille fois plus grandes que les vitesses de tarage.

2° L'examen des tracés met en évidence un autre phénomène; après un faible parcours commun, voisin de 1^{mm}, les deux cylindres sont ramenés au même écrasement et, à partir de cet instant, opposent des résistances toujours égales aux pressions qui leur sont appliquées.

3° Au contraire, si l'écrasement complémentaire du cylindre témoin est limité à quelques centièmes, même $\frac{1}{10}$ de millimètre, la différence initiale subsiste à peu près intégralement. De là résulte une deuxième méthode de comparaison des résistances, avec ou sans vitesse, n'obligeant pas à l'enregistrement des tracés.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la lactone butyrique et le glycol succinique biméthylé dissymétrique.* Note de M. **Louis Henry.**

On n'a pas encore, que je sache [1], soumis à l'action des composés organomagnésiens des corps qui se rangent dans le groupe des *éthers internes*.

Vu l'intérêt de la réaction en elle-même et celui du produit qui doit en être le résultat, il m'a paru désirable que cette lacune fût comblée. C'est ce que j'ai fait pour le plus simple d'entre ces corps, la *lactone butyrique*

$$\underbrace{CH^2 - (CH^2)^2 - CO}_{O} \quad (^2).$$

[1] Je viens d'apprendre que, sous ce rapport, je suis en erreur. Le *Bulletin de la Société chimique de Berlin*, t. XXXVII, p. 489, année 1904, renferme un article de M. J. Houben intitulé : *Sur la réaction des composés organomagnésiens sur les lactones*. Après avoir indiqué ce qui *doit* se faire vraisemblablement avec la *butyrolactone*, et notamment, à la suite de l'emploi de $H^3C.Mg.I$, le dédoublement facile du glycol 1.4 obtenu en *iso-γ-hexylenoxyde*, l'auteur rend compte de ses recherches *expérimentales* sur la *coumarine*.

Je tiens à faire cette rectification moi-même et je remercie M. Grignard d'avoir bien voulu me signaler le travail de M. Houben qui m'avait échappé. L'érudition la plus attentive peut être mise en défaut alors que la production chimique des laboratoires est aussi intense qu'aujourd'hui.

Louvain, le 31 décembre 1906.

[2] Cette lactone a été préparée par la méthode que j'ai indiquée en 1885, à savoir la distillation sèche de l'acide *γ-chloro-butyrique* $ClCH^2-(CH^2)^2-CO(OH)$. Il n'en est pas, je crois, de plus expéditive et plus avantageuse (voir *Comptes rendus*, t. CI, p. 1158).

L'*acétate d'éthyle* fournissant, avec le méthyl-bromure ou iodure de magnésium, le *triméthyl-carbinol* et de l'*alcool éthylique*

$$\begin{matrix} CH^3-CO \\ CH^3-CH^2 \end{matrix}\!\!>\!O + 2\,CH^3.Mg.Br = \begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>\!C-OH-CH^3 + CH^3-CH^2(OH);$$

la *lactone butyrique* qui est cet éther, devenu *composé unitaire* par la soudure des deux groupements $-CH^3$, devenus $-CH^2$

$$\begin{matrix} CH^3-CO \\ CH^3-CH^2 \end{matrix}\!\!>\!O \qquad \begin{matrix} CH^2-CO \\ | \\ CH^2-CH^2 \end{matrix}\!\!>\!O$$

doit donner ces mêmes produits, mais réunis en une molécule *unique* ou plutôt en un *composé unitaire*, c'est-à-dire un *glycol primaire et tertiaire* et, dans le cas des composés méthyliques, le *glycol succinique biméthylé dissymétrique*

$$\begin{matrix} H^3C \\ H^3C \end{matrix}\!\!>\!C(OH)-CH^2-CH^2-CH^2(OH).$$

L'expérience a pleinement confirmé ces prévisions.

45g de lactone butyrique (un peu plus qu'une demi-molécule gramme) ont été mis en réaction avec le méthyl-iodure de magnésium CH^3-Mg-I, provenant de 25g de ce métal. L'introduction successive de la solution éthérée de la lactone, dans la solution éthérée magnésienne, ne détermine qu'un dégagement de chaleur assez faible. La masse liquide se sépare ensuite en deux couches, l'une et l'autre incolores; la supérieure est de l'éther, l'inférieure est épaisse et pâteuse. L'opération a été continuée selon le mode habituel.

L'extraction du produit glycolique ainsi formé, de sa solution aqueuse, est assez laborieuse. L'éther seul n'en retire rien ou fort peu de chose.

On a ajouté à ce liquide du sulfate bisodique Na^2SO^4 desséché, puis de l'alcool, et on l'a soumis, ainsi modifié, à des extractions répétées par l'éther. On obtient, après l'expulsion de celui-ci, un liquide alcoolique tenant le glycol formé en dissolution. On le dessèche à l'aide du carbonate bipotassique fondu K^2CO^3 et on le soumet à la distillation, à la fin sous pression raréfiée, jusqu'à siccité.

Le rendement en produit pur n'atteint guère que 50 pour 100. Il est probable qu'un mode d'extraction plus avantageux pourra être institué.

Le *glycol succinique biméthylé* $(H^3C)^2C(OH)-CH^2-CH^2-CH^2(OH)$ ainsi formé constitue un liquide incolore, fort épais et visqueux (¹), sans odeur bien sensible, d'une saveur douceâtre et amère.

Il bout à 158°, sous la pression de 65mm de mercure, et d'une manière

(¹) Il est sans doute ainsi, à l'état de surfusion; on sait que le *glycol succinique* lui-même $(HO)CH^2-(CH^2)^2-CH^2(OH)$ fond à 16° (Hamonet).

fixe, à 222°, sous la pression de 774^{mm}, toute la colonne mercurielle dans la vapeur; c'est le point d'ébullition que lui assigne l'analogie.

Ce produit se dissout facilement dans l'eau; par l'addition de fragments de K^2CO^3, fondu, il s'en sépare sous forme d'une couche huileuse surnageante.

L'éther et l'acétone ordinaire le dissolvent également, mais il se dissout mieux dans le chloroforme. Il se dissout aussi dans la benzine, légèrement chauffée, mais il est insoluble ou extrêmement peu soluble dans la pétroléine.

L'intérêt de ce glycol résulte de cette circonstance qu'étant alcool *primaire* et alcool *tertiaire*, il renferme les deux composants $H^2\overset{|}{C} - OH$ et $-\overset{|}{\underset{|}{C}} - OH$, dans la position γ, séparés par un système bi-carboné $- CH^2 - CH^2 -$, possédant par là les propriétés qu'ils présentent dans les alcools mono-hydroxylés simples. Aussi, soumis à l'action du *chlorure d'acétyle*, qui réagit si différemment sur les alcools *tertiaires* et sur les alcools *primaires et secondaires*, se transforme-t-il intégralement, en dégageant de l'acide chlorhydrique, en une *chloro-acétine* répondant à la formule $(H^3C)^2 - CCl - CH^2 - CH^2 - CH^2 - CH^2(C^2H^3O^2)$.

Cette *chloro-acétine* constitue un beau liquide, mobile, incolore, d'une odeur étrange, désagréable, bouillant à 132° sous la pression de 70^{mm} et à 190° sous la pression de 747^{mm} mais en dégageant de l'acide chlorhydrique.

Eu égard à l'aptitude à l'éthérification chlorhydrique par HCl, si marquée dans les alcools tertiaires, j'avais pensé pouvoir obtenir aisément la *monochlorhydrine* $>$CCl — de ce glycol, à l'aide d'acide chlorhydrique. Ce glycol se dissout, en effet, dans l'acide HCl aq. fumant, mais il en est transformé en son oxyde $(CH^3)^2.\underbrace{C - CH^2 - CH^2 - CH^2}_{O}$, que l'addition de l'eau fait apparaître sous forme d'une couche liquide surnageante.

Une *monochlorhydrine*, isomère de celle que j'aurais voulu obtenir dans cette réaction, et répondant à la formule

$$(CH^3)^2.C(OH) - CH^2 - CH^2 - CH^2Cl,$$

résulte de la réaction du γ-*chlorobutyrate d'éthyle*

$$ClCH^2 - CH^2 - CH^2 - CO(OC^2H^5)$$

sur le méthyl-bromure de magnésium

$$H^3C.Mg.Br.$$

Cette *chlorhydrine* alcool tertiaire $(H^3C)^2.C(OH)-(CH^2)^2-CH^2Cl$ n'est pas distillable, même sous pression réduite; elle se dédouble, sous l'action de la chaleur, partie en son oxyde $(H^3C)^2.\underbrace{C-(CH^2)^2-CH^2}_{O}$, liquide, fort odorant, bouillant en dessous de 100° et surtout en son dérivé de déshydratation, l'*éther chlorhydrique non saturé* $(CH^3)^2.C=CH-CH^2.CH^2Cl$, liquide bouillant à 135° sous la pression ordinaire (¹).

L'action du carbonate bipotassique fondu suffit même pour faire subir à cette *monochlorhydrine* un semblable dédoublement.

En sa qualité d'alcool tertiaire, elle s'éthérifie aisément par l'acide chlorhydrique : elle commence par se dissoudre dans HCl aq. fumant; mais, après quelques minutes de caléfaction dans l'eau tiède, la *dichlorhydrine formée* $(H^3C)^2.CCl-(CH^2)^2-CH^2Cl$ se sépare sous forme d'une couche liquide insoluble, surnageante.

Cette *dichlorhydrine*, primaire et secondaire, bout sous la pression ordinaire, à 179°-180°; à — 80°, elle a encore conservé toute sa mobilité.

Le *chlorure d'acétyle* CH^3-COCl détermine, avec la monochlorhydrine, la formation du même produit bichlorhydrique.

Chauffé avec de l'acide sulfurique, étendu d'environ 15 pour 100, le *glycol succinique* biméthylé, après s'être dissous, se transforme rapidement et intégralement en son *anhydride*, l'oxyde de *tétra-méthylène biméthylé* $\genfrac{}{}{0pt}{}{CH^3}{CH^3}\!\!>\underbrace{C-(CH^2)^2-CH^2}_{O}$, qui constitue une couche liquide surnageante.

Cette réaction est d'une remarquable netteté.

On voit donc que, dans des conditions fort diverses, l'action des acides minéraux en présence de l'eau, HCl, H^2SO^4, sur le glycol lui-même, la chaleur ou l'action des alcalis et des sels alcalins sur sa monochlorhydrine, *alcool tertiaire* $-\overset{|}{\underset{|}{C}}(OH)$, le glycol succinique biméthylé dissymétrique se transforme aisément en son *anhydride* $(H^3C)^2-\underbrace{C-(CH^2)^2-CH^2}_{O}$, l'oxyde de *tétramethylène biméthylé* dissymétrique.

Cet oxyde constitue un liquide incolore, très mobile, plus léger que l'eau

(¹) Un de mes élèves, M. van Aerde, s'occupe en ce moment de l'étude des dérivés de cet éther et de l'alcool qui lui correspond.

et insoluble dans celle-ci. Il bout à 95°, sous la pression de 756mm. C'est le point d'ébullition que lui assignent ses relations de composition avec l'oxyde de *tétraméthylène* et l'oxyde de *tétraméthylène tétraméthylé symétrique*, entre lesquels il se place :

```
                      CH³ CH³          H³C  CH³
                        \/               \/
H²C\                    C\               C
 |  \                   |  \             |
 CH²  \                 CH²  \           CH²
 |     >O               |     >O         |
 CH²  /                 CH²  /           CH²
 |   /                  |   /            |
H²C/                  H²C/               C
                                        /\
                                     H³C  CH³
Éb. : 67° (¹).        Éb. : 95°.     Éb. : 117°.
```

L'étude du glycol succinique biméthylé et celle de ses dérivés se continue dans mon laboratoire ainsi que celle de la réaction des composés halomagnésiens sur divers corps du groupe des *éthers internes*.

J'aime à constater en terminant, pour l'en remercier, toute la part qui revient, au point de vue expérimental, à mon assistant, M. Auguste de Wael dans ces recherches d'un ordre assez délicat.

CORRESPONDANCE.

MM. **Daniel Berthelot, Raymond Lane, Sellier, Pierre Stephan** adressent des remercîments à l'Académie pour les distinctions accordées à leurs travaux.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Carl Friedrich Gauss Werke*, Band VII : *Theoretische Astronomie*.

2° *Les aliments. Chimie, Analyse, Expertise, Valeur alimentaire*, par M. A. Balland.

(¹) Dekkers, *Recueil des travaux chimiques des Pays-Bas*, t. IX, 1890, p. 102.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la conductibilité accompagnant la détente des gaz.* Note de M. L. BLOCH, présentée par M. G. Lippmann.

Les gaz qui sortent de récipients sous pression (bouteilles d'oxygène ou d'acide carbonique, canalisation d'air comprimé) sont généralement conducteurs. Nous avons cherché à voir si cette conductibilité était essentiellement liée à la détente ou si elle tenait à des circonstances secondaires. Nous avons opéré sur l'air comprimé et sur l'oxygène comprimé.

I. *Expériences sur l'air comprimé.* — L'air comprimé à 5^{kg} sort d'un robinet à pointeau, traverse un tube de verre large, puis est reçu dans un condensateur cylindrique et s'échappe à travers un compteur à gaz. On a supprimé tout caoutchouc sur le trajet d'entrée des gaz, afin d'éviter la possibilité d'une électrisation due aux poussières. Le condensateur cylindrique est chargé à une différence de potentiel variable, et le courant recueilli par l'électrode centrale est lu à l'électromètre. On trace la courbe qui représente le courant en fonction du voltage appliqué (courbe de saturation).

En opérant de la sorte, on constate d'abord que le gaz porte des charges *des deux signes*, ce qui exclut l'hypothèse d'une électrisation par frottement. De plus, la charge positive et la charge négative sont *du même ordre de grandeur*. Néanmoins, le gaz transporte toujours *un excès de charge négative*, comme le montre une expérience au cylindre de Faraday.

Un trait remarquable du phénomène est son irrégularité. Même à débit parfaitement constant, les courants recueillis sont rapidement variables. Il est impossible de tracer la courbe de saturation à la manière ordinaire, en lisant simplement le courant i correspondant à chaque voltage V. Il faut prendre un voltage de comparaison V_0 et, pour chaque valeur de V, faire un grand nombre d'expériences croisées pour connaître le rapport $\frac{i}{i_0}$. La moyenne d'un certain nombre de lectures donne ce rapport avec une exactitude suffisante, et l'on peut alors construire la courbe de saturation rapportée à une échelle arbitraire.

La forme de cette courbe permet de calculer la mobilité des ions présents. On trouve, aussi bien pour les ions positifs que pour les ions négatifs, une *mobilité moyenne voisine de* $2^{mm},5$. Cette mobilité est celle des ions les plus nombreux, mais l'étude de la courbe fait voir qu'on recueille aussi des ions moins mobiles. Cette valeur, relativement grande, montre que les charges ne sont pas transportées par des poussières.

L'emploi de la méthode de Zélény conduit à des mobilités identiques aux précédentes.

II. *Expériences sur l'oxygène comprimé.* — L'oxygène comprimé à 120^{atm} traverse un détendeur, puis est reçu dans un condensateur cylindrique relié à l'électromètre.

Ici encore on constate facilement que le gaz porte des charges des deux signes en quantité sensiblement égale. Mais l'irrégularité du phénomène est encore accrue. Il est intense quand la bouteille d'oxygène est presque pleine et s'affaiblit beaucoup quand celle-ci se vide. Les variations fortuites sont telles que, même en employant la méthode de moyennes décrite ci-dessus, on ne peut faire une mesure convenable des mobilités.

On a songé alors à intercaler entre le détendeur et le tube qui recueille les ions un condensateur plan en toile métallique. Les gaz se déplacent dans ce condensateur parallèlement aux lignes de force du champ, de sorte que, pour une valeur convenable du voltage, les ions d'une mobilité déterminée sont arrêtés complètement. Le courant recueilli à l'électromètre est alors nul ou minimum. A débit constant ce minimum *ne dépend pas des variations de conductibilité du gaz.*

En opérant de la sorte, et en prenant comme mobilité moyenne celle qui correspond au voltage pour lequel le courant est réduit de moitié, on trouve des valeurs voisines de 1^{mm}. Ces valeurs n'excluent pas des ions de mobilité un peu plus faible ou un peu plus forte.

En somme, la conductibilité de l'air comprimé et celle de l'oxygène comprimé sont comparables. Elles sont dues toutes deux à des ions de mobilité assez grande présents en quantité sensiblement égale. Les valeurs de ces mobilités, comme l'ont fait voir des expériences spéciales, sont les mêmes que celles des ions contenus dans l'air après barbotage dans l'eau. L'étude attentive des irrégularités du phénomène donne, elle aussi, à penser que l'ionisation accompagnant la détente des gaz est due au barbotage de ceux-ci à travers l'eau condensée à l'orifice de détente.

PHYSIQUE. — *Remarques sur la thermodynamique des mélanges non homogènes.* Note de M. ÉMIL BOSE, présentée par M. H. Becquerel.

A la suite de recherches expérimentales sur les effets thermiques accompagnant le procédé du mélange de deux liquides, j'ai été conduit aux réflexions suivantes :

M. Duhem a établi le premier (¹) une formule qui relie les pressions partielles des vapeurs d'un mélange liquide avec sa composition. formule qui plus tard fut donnée aussi par M. Margules (²). Cette équation différentielle de Duhem-Margules, vérifiée par les recherches de M. Zawidzki (³), peut être déduite d'une manière assez simple d'une formule de M. Nernst pour les effets thermiques du mélange de deux liquides :

$$Q(x, 1-x, T) = -RT^2 \frac{d}{dT}\left[x\, l_n \frac{p_a}{p'_a} + (1-x)\, l_n \frac{p_b}{p'_b}\right],$$

x étant le nombre des molécules d'une substance a qu'on mélange avec $1-x$ molécules d'une substance b, p_a et p_b sont les tensions des deux substances pures, p'_a et p'_b les tensions partielles sur le mélange, T la température absolue et R la constante de l'équation des gaz parfaits pour le poids moléculaire unité.

Dans la déduction de la formule de Nernst il n'y a aucune supposition exigeant que le mélange produit soit homogène. Il suffit tout simplement que le système produit soit en état d'équilibre, c'est-à-dire que ses tensions soient bien définies.

Prenons maintenant, par exemple, un mélange de deux liquides se séparant en deux couches non miscibles. Alors les tensions partielles des deux composants sont les mêmes pour toutes les proportions $x : 1-x$, pour lesquelles se forme un tel mélange non homogène. Donc, si l'on observe les effets thermiques pour deux mélanges non homogènes de composition différente x et x', on aura les deux équations :

$$Q(x, 1-x, T) = -RT^2 \frac{d}{dT}\left[x\, l_n \frac{p_a}{p'_a} + (1-x)\, l_n \frac{p_b}{p'_b}\right],$$

$$Q(x', 1-x', T) = -RT^2 \frac{d}{dT}\left[x'\, l_n \frac{p_a}{p'_a} + (1-x')\, l_n \frac{p_b}{p'_b}\right],$$

dont on peut déduire les valeurs de

$$\frac{d\, l_n \frac{p_a}{p'_a}}{dT} \quad \text{et} \quad \frac{d\, l_n \frac{p_b}{p'_b}}{dT}.$$

(¹) *Ann. de l'École normale*, 3ᵉ série, t. IV, 1887, p. 9; voir aussi *Travaux et Mémoires des Facultés de Lille*, nᵒˢ 12 et 13, 1894.

(²) *Wiener Sitzungsberichte*, t. CIV, 1895, p. 1243.

(³) *Zeitschrift für physikalische Chemie*, t. XXXV, 1900, p. 129.

Supposons qu'on connaisse assez exactement les tensions des substances pures, on aura aussi $\frac{dl_n p'_a}{dT}$ et $\frac{dl_n p'_b}{dT}$. En observant les valeurs des Q en fonctions de la température et p'_a et p'_b pour *une* température définie, on obtient (par exemple par intégration graphique) les tensions partielles des mélanges non homogènes en fonction de la température.

L'équation de Nernst s'applique aussi bien qu'aux mélanges non homogènes liquides aux mélanges avec une phase solide, c'est-à-dire aux solutions saturées et même aux mélanges de deux phases solides. On en peut déduire, dans ces cas, les effets thermiques de la naissance de solutions saturées, de l'hydratation d'un sel anhydre, de la transition d'un hydrate dans l'autre. Pour ces derniers cas, on obtient des formules déjà connues et éprouvées.

De ce que la formule de Nernst s'applique aux mélanges non homogènes, on en déduit comme conséquence que l'équation différentielle de Duhem s'y doit appliquer, ce qui est évident, parce que pour tous ces cas elle se réduit en effet à l'identité $0 = 0$.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un nouveau siliciure de manganèse.* Note de M. G. **Gin**, présentée par M. Moissan.

Ce nouveau siliciure de manganèse a été obtenu par réduction de la rhodonite au four électrique.

Le produit industriel dont j'ai séparé les cristaux étudiés avait été fabriqué par M. Louis, à l'usine de Villelongue (Hautes-Pyrénées).

Les cristaux ont donné à l'analyse :

	I.	II.
	Pour 100.	Pour 100.
Manganèse	68,64	69,26
Fer	4,40	3,18
Aluminium	0,74	0,60
Silicium	25,02	25,51
Carbone	0,16	0,18
Soufre	0,01	»
Phosphore	0,01	»
Non dosés, pertes	1,02	1,27

Le silicomanganèse étudié contenait donc environ 95 pour 100 d'un siliciure cristallisé auquel on peut assigner la formule Si^2Mn^3.

Propriétés physiques. — Ce siliciure se présente en beaux cristaux prismatiques, droits, allongés, doués d'un éclat brillant et gras, rappelant en moins blanc celui du nickel poli. Certains échantillons de ces cristaux atteignent 5^{cm} de longueur.

Ce siliciure est très fragile; il raye le verre et non le corindon. Sa densité à 15° est 6,05. Il est fusible entre 1250° et 1300°.

Propriétés chimiques. — Le chlore l'attaque au rouge avec incandescence; l'action des autres halogènes n'a pas été essayée.

L'oxygène pur n'agit pas à la température ordinaire; vers 500°, il se produit des irisations à la surface des cristaux. L'eau ne l'oxyde superficiellement qu'au rouge vif. Les hydracides gazeux l'attaquent facilement.

L'acide sulfurique n'a aucune action; l'acide azotique, l'eau régale et l'acide chlorhydrique l'attaquent à chaud, l'acide fluorhydrique à froid.

La potasse, les carbonates alcalins, le mélange de carbonate et d'azotate de potassium en fusion l'attaquent énergiquement.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la solubilité du carbone dans le protosulfure de manganèse.* Note de M. **M. Houdard**, présentée par M. H. Moissan.

Le protosulfure de manganèse est d'une stabilité remarquable; Berthier a pu le fondre au feu de forge ([1]). M. Mourlot a obtenu sa fusion au four électrique et sa cristallisation à haute température, reproduisant ainsi l'alabandine naturelle ([2]). Il fait remarquer qu'en présence de carbone, il n'y a pas de réduction du sulfure, mais simple dissolution à l'état de graphite dans ce composé.

Nous avons cru intéressant de suivre le phénomène de plus près et de reprendre quantitativement cette étude.

Dans ce but, nous avons institué deux séries d'expériences :

1° Une série de chauffes au four électrique de M. Moissan du mélange suivant: SO^4Mn (anhydre), 100^g, et C^4 (charbon de sucre calciné), 31^g,78; destiné à fournir le protosulfure, comme l'a indiqué M. Mourlot (*loc. cit.*). Nous avons additionné ce mélange d'un excès de charbon de sucre correspondant à 10 pour 100, soit 11^g,11.

Les chauffes au four électrique (grand modèle) ont toutes été exécutées au même régime de 600 ampères et 90 volts, le facteur variable étant la durée de l'opération. Le Tableau I résume ces expériences.

([1]) Berthier, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 2e série, t. XXII, 1823, p. 240.

([2]) Mourlot, *Thèse de doctorat*, Paris, 1899, et *Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. XVII, 1899, p. 710.

TABLEAU I.

Temps.	Graphite dissous pour 100. I.	II.	Analyse du sulfure. Mn pour 100.	S pour 100.
2 minutes...	0,0002	0,0007	63,22	36,77
3 » ...	0,92	1,01	63,20	36,79
5 » ...	1,39	1,40	63,19	35,98
8 » ...	1,81	1,87	63,21	36,01
10 » ...	2,22	2,24	63,21	36,35
15 » ...	2,82	2,85	63,23	36,67
20 » ...	3,01	3,21	63,18	36,71
25 » ...	3,20	3,25	63,29	36,70

Théoriquement pour Mn S { Mn pour 100.... 63,218 ; S pour 100...... 36,782 }

De ce Tableau, nous concluons que le sulfure n'est pas réduit par le charbon, et que la solubilité de ce dernier est proportionnelle au temps de chauffe, le régime étant aussi constant que possible. La limite de la solubilité a été atteinte dans les deux dernières opérations; nous en avons eu la confirmation dans la suite de ces recherches.

Les culots fondus que nous avons obtenus ont l'aspect de fontes métalliques noirâtres, très carburées; ils ont perdu cette apparence métalloïdique verdâtre du sulfure fondu, sauf pour celui de la première chauffe qui contient moins de 0,001 pour 100 de carbone.

Les culots formés pendant les opérations de courte et de moyenne durée sont remplis de bulles, tandis que ceux des chauffes plus longues n'en présentent pas. Il ne semble donc pas qu'il y ait eu ébullition ou décomposition, mais bien départ de petites quantités d'oxyde de carbone, dû à la réaction d'un peu de sulfate et de charbon, enrobés dans du sulfure déjà formé et fondu. Afin d'éviter ces causes perturbatrices nous avons procédé à une deuxième série de recherches.

Nous avons préparé du sulfure de manganèse comme l'a indiqué Fellenberg par calcination du carbonate de manganèse parfaitement sec dans un courant d'hydrogène sulfuré [1]. L'analyse du produit ainsi obtenu nous a donné : Mn pour 100 : 63,22; S pour 100 : 36,78.

Nous avons alors fait un mélange de ce sulfure amorphe avec 10 pour 100 de charbon de sucre calciné et nous l'avons chauffé dans une nacelle de charbon de cornue, au

[1] FELLENBERG, *Pogg. Ann.*, t. L, 1840, p. 76.

four à tube de M. Moissan, au régime de 600 ampères et 90 volts comme pour la première série.

Le Tableau II résume ces expériences.

TABLEAU II.

	Graphite pour 100.		Analyse du sulfure.	
Temps.	I.	II.	Mn pour 100.	S pour 100.
3 minutes...	1,09	1,20	63,98	36,92
15 » ...	2,79	2,80	63,11	36,87
20 » ...	3,18	3,20	63,19	36,71
22 » ...	3,11	3,12	63,20	35,97
25 » ...	3,19	3,20	63,22	36,73

Ces chiffres concordent avec ceux de la première série.

Il semble donc qu'il ne s'agisse que d'une simple solubilité dont le maximum serait situé vers 3,2 pour 100. Le graphite ainsi obtenu n'est pas foisonnant. Traité par le mélange de Brodie, il donne, à la troisième attaque, de l'oxyde jaune pâle nettement cristallisé. Cet oxyde nous a fourni par déflagration de l'acide pyrographitique noir.

En employant le dispositif indiqué par M. Moissan dans son étude des graphites [1], la température d'inflammation des graphites du sulfure de manganèse est voisine de 640°; on n'observe pas toutefois d'incandescence bien visible. Cependant la précipitation de carbonate de baryum s'est affirmée nettement à 640° dans trois expériences.

Le dosage du carbone nous a donné les nombres suivants :

C pour 100	98,92	et	98,01
Cendres pour 100	0,218	et	0,209

Les cendres étaient formées d'oxyde brun de manganèse.

M. Moissan a bien voulu nous confier alors un diamant taillé, afin d'observer sa corrosion dans le sulfure fondu. Nous avons chauffé ce diamant, d'un poids de $0^g,0603$, dans une masse de protosulfure déjà fondu et pulvérisé (5^g), placée dans une nacelle de charbon de cornue, au four à tube (600 ampères et 90 volts pendant 3 minutes). Un courant d'hydrogène sec a été maintenu dans le tube pendant l'opération. Après attaque par l'acide chlorhydrique étendu, nous retrouvons un résidu de graphite inattaquable par l'acide azotique fumant, pesant $0^{gr},0615$ et une particule transparente pesant $0^g,009$ insoluble dans l'acide fluorhydrique et tombant dans l'iodure de méthylène. Il s'est dissous 1,21 pour 100 de graphite;

(1) H. MOISSAN, *Recherches sur les différentes variétés de carbone* (deuxième Mémoire). *Étude du graphite* (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. VIII, 1896, p. 306).

or, dans les conditions de cette expérience, le nombre fourni par le carbone amorphe est 1,20 pour 100 de graphite. Il existe donc une solubilité du carbone dans le protosulfure de manganèse fondu; pour le carbone amorphe, comme pour le diamant, nous retrouvons du graphite qui est, ainsi que l'a fait voir M. Moissan, la variété stable à haute température sous la pression atmosphérique.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Densité de l'acide chlorhydrique gazeux; poids atomique du chlore.* Note de MM. **Ph.-A. Guye** et **G. Ter-Gazarian**.

Les travaux récents sur le poids atomique du chlore ne donnent pas des résultats très concordants : MM. Richard et Wells ([1]) déduisent du rapport Ag : Cl (pour Ag = 107,93) le nombre Cl = 35,473. Ce dernier semble confirmé par la densité du gaz HCl déterminée par M. Leduc et corrigée de l'écart à la loi d'Avogadro; on obtient ainsi Cl = 35,476 ([2]). Cependant, si l'on adopte pour poids atomique de l'argent le nombre 107,89 que nous avons proposé ([3]), le rapport ci-dessus Ag : Cl donne Cl = 35,460; la synthèse du gaz HCl, effectuée par MM. Dixon et Edgar ([4]) à partir des éléments, donne Cl = 35,463 pour H = 1,0076. En raison de ces divergences, nous avons jugé nécessaire de déterminer à nouveau la densité du gaz chlorhydrique.

La méthode suivie est celle du ballon, sous la forme adoptée pour déterminer la densité du bioxyde d'azote ([5]), c'est-à-dire en remplissant le ballon à 0° sous la pression atmosphérique. Le gaz HCl préparé par la réaction de H^2SO^4 sur Na Cl, puis convenablement desséché (au moyen de H^2SO^4 et P^2O^5), a été liquéfié à la température de l'air liquide et soumis à plusieurs distillations fractionnées, avec élimination, à chaque opération, des produits de tête et de queue.

Tout l'appareil servant à la production du gaz, à sa purification et au remplissage du ballon est construit en verre soudé et tient parfaitement le vide. Après avoir été purgé d'air, il est rempli plusieurs fois, ainsi que le ballon, de gaz HCl purifié. Les premières déterminations ont néanmoins donné des densités d'abord trop élevées, mais décroissantes d'une mesure à l'autre. On n'obtient des nombres constants qu'a-

(1) Richards et Wells, *Journ. Am. Chem. Soc.*, t. XXVII, 1905, p. 459.

(2) Ph.-A. Guye, *J. Ch. ph.*, t. III, 1905, p. 346. M. Leduc admet 35,470 et M. D. Berthelot calcule 35,479.

(3) Guye et Ter-Gazarian, *Comptes rendus*, t. CXLIII, 1906, p. 411.

(4) Dixon et Edgar, *Proc. Roy. Soc.*, 1905-A, t. LXXVI, p. 250.

(5) Guye et Davila, *Comptes rendus*, t. CXLI, 1905, p. 826.

près quelques expériences entre chacune desquelles on évite de laisser rentrer de l'air dans le ballon; nous pensons qu'il se produit au début une faible condensation du gaz HCl sur les parois du ballon, condensation qui disparaît lorsque les dernières traces d'humidité adhérentes à ces parois ont été enlevées par le gaz chlorhydrique lui-même. Nous n'avons donc retenu que les dernières déterminations qui oscillent autour d'une valeur moyenne.

Pour le calcul du poids du *litre normal* (soit à 0°, sous 1^{atm}, sous la latitude de 45° et au niveau de la mer), on a tenu compte : 1° de l'écart à la loi de Mariotte entre la pression des expériences (731^{mm} environ) et la pression de 760^{mm} de mercure; 2° de la variation du poids apparent du ballon par contraction sous l'action du vide; 3° de la réduction au vide des poids de platine. La capacité du ballon était de $0^l,38501$; les pesées, effectuées par la méthode des oscillations, et avec un contrepoids de même verre et de même volume que le ballon, permettaient d'apprécier $0^{mg},08$. Voici les valeurs trouvées, toutes corrections faites, pour le poids L du litre normal de gaz HCl :

$$1^g,6404, \quad 1^g,6397, \quad 1^g,6389, \quad 1^g,6401.$$

La moyenne $L = 1^g,6398$ diffère de $\frac{1}{1800}$ du nombre déduit des expériences de M. Leduc ($1^g,6407$).

Le poids moléculaire exact du gaz chlorhydrique a été calculé par la *méthode de réduction à 0° des éléments critiques;* nous avons utilisé dans ce but les valeurs des constantes critiques déterminées par M. E. Briner [1] sur les échantillons de gaz HCl employés pour nos mesures de densités. Les éléments du calcul sont alors

$$L = 1^g,6398, \quad T_c = 324°,8, \quad p_c = 83^{atm},6 \quad a = 0,00713, \quad b = 0,00178,$$
$$a_0 = 0^g,00925, \quad b_0 = 0,00151, \quad (1 + a_0)(1 - b_0) = 1,00773 \text{ (}^2\text{)}$$

d'où

$$M \frac{22,412L}{(1 + a_0)(1 - b_0)} = 36,469 \quad \text{et} \quad Cl = 36,469 - 1,008 = 35,461.$$

---

(1) E. Briner, *J. Ch. Ph.*, t. IV, 1906, p. 479.

(2) L'expression $(1+a_0)(1-b_0)$ représente le nombre de molécules-grammes de gaz contenu dans $22^l,412$ à 0° et sous 1 atmosphère. Déterminé par la méthode des densités limites, ce nombre est égal à $\frac{1}{1-A'_0}$, où A'_0 représente le coefficient d'écart à la loi de Mariotte à 0° extrapolé entre les pressions 1^{atm} et 0^{atm}. Des observations de MM. Leduc et Sacerdote, on déduit (D. Berthelot, *Zeits. f. Elektroch.*, 1904, t. X, p. 624) $A'_0 = 0,00790$, d'où $\frac{1}{1-A'_0} = 1,00796$, $M = 36,461$ et $Cl = 35,453$. Ce résultat prouve une fois de plus que, sous sa forme actuelle, la méthode des densités-limites donne, avec les gaz liquéfiables, des valeurs de M trop faibles; il en est de même pour les gaz N^2O, SO^2, NH^3, CO^2.

Le poids atomique du chlore (35,461) ainsi déterminé concorde fort bien avec celui de MM. Dixon et Edgar (35,463) ou avec la valeur (35,460) déduite du rapport Ag:Cl pour Ag = 107,89. Il convient néanmoins d'insister sur ce que cette concordance peut avoir de fortuit, la précision des mesures individuelles étant seulement de $\frac{1}{7300}$ sur les pressions et $\frac{1}{10000}$ à peine sur les poids. Il est certain aussi que l'évaluation de l'écart à la loi d'Avogadro est moins précise avec les gaz liquéfiables qu'avec les gaz permanents. Pour ces divers motifs nous considérons notre résultat comme provisoire. Nous en aurions même différé la publication, n'était l'impossibilité où nous sommes de poursuivre actuellement nos recherches sur ce sujet.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur le point de fusion des hydrocarbures homologues du méthane.* Note de M. **D.-E. Tsakalotos**, présentée par M. G. Lemoine.

La recherche des relations entre la composition chimique et les points d'ébullition et de fusion des corps a depuis longtemps occupé les chimistes. M. Young [1] a donné récemment une formule à l'aide de laquelle on peut calculer les points d'ébullition dans quelques séries homologues des composés organiques avec assez de précision.

L'étude des *points de fusion* de séries homologues présente beaucoup plus de difficultés. Les données sont incomplètes et manquent en plus grande partie d'exactitude, d'autant plus qu'il semble que le point de fusion de divers homologues de la série dépend de la symétrie de la molécule. Tandis que les points d'ébullition d'une série homologue sont représentés par une courbe très régulière, ceux de fusion forment une courbe en zigzag; cette courbe tend à devenir une courbe régulière dès que nous montons dans les homologues. Dans la série des hydrocarbures homologues du méthane, la courbe construite en portant sur l'un des axes le nombre des atomes de carbone de la molécule et sur l'autre le point de fusion de l'hydrocarbure est en zigzag depuis C^9H^{20} jusqu'à $C^{15}H^{32}$, puis elle devient régulière jusqu'à $C^{60}H^{122}$.

On peut calculer les points de fusion des hydrocarbures qui forment cette dernière partie de la courbe ($C^{16}H^{34} - C^{60}H^{122}$) d'après la formule empirique suivante

$$\Delta_n = \frac{85 - 0{,}01882(n-1)^2}{(n-1)},$$

(1) *Journal de Chimie physique*, t. III, p. 245.

où Δ_n est la différence entre le point de fusion d'un hydrocarbure de la série et celui de son homologue supérieur et n le nombre des atomes de carbone de l'hydrocarbure. Dans la Table suivante, nous avons calculé ainsi les températures absolues de fusion. Les températures expérimentales sont données par Kraft [1], excepté celle de l'hydrocarbure $C^{60}H^{122}$ déterminée par Hell et Hagele [2].

Hydrocarbures	Températures T de fusion observées.	Températures T de fusion calculées.	Différence.
	°	°	°
$C^{16}H^{24}$	291	»	»
$C^{17}H^{36}$	295,5	296	+0,5
$C^{18}H^{38}$	301	300,7	—0,3
$C^{19}H^{40}$	305	305	±0,0
$C^{20}H^{42}$	309,7	309,2	—0,5
$C^{21}H^{44}$	313,4	313,1	—0,3
$C^{22}H^{46}$	317,4	316,7	—0,7
$C^{23}H^{48}$	320,7	320,2	—0,5
$C^{24}H^{50}$	324,1	323,6	—0,7
....	.....	.....	.....

	T observé.	T calculé.	
$C^{27}H^{56}$	322,5	322,2	—0,3
....	....	....	....
$C^{31}H^{64}$	341,1	342,0	+0,9
$C^{32}H^{66}$	343,5	344,2	+0,7
....	....	....	....
$C^{35}H^{72}$	347,7	350,0	+2,3
....	....	....	....
$C^{60}H^{122}$	374-375	374,3	±0,0

Excepté pour $C^{35}H^{72}$ les nombres calculés d'après la formule proposée sont donc presque aussi exacts que ceux donnés par l'expérience.

---

(1) *Berichte d. ch. Ges.*, t. XV, p. 1702 et suiv.
(2) *Berichte d. ch. Ges.*, t. XXII, p. 504.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Étude de l'influence des radicaux sur le caractère des valences complémentaires de l'oxygène.* Note de M. **Tchelinzef**, présentée par M. A. Haller.

Comme nous avons déjà eu l'occasion de l'indiquer (¹), l'éther sulfurique ordinaire réagit sur les combinaisons organomagnésiennes du type RMgI, avec une grande énergie et un fort dégagement de chaleur. D'après les travaux de Blaise (²) et les nôtres (³), les composés organomagnésiens de Grignard, ainsi produits, se subdivisent en deux séries : les monoéthérates $RMgI.1(C^2H^5)^2O$ et les diéthérates $RMgI.2(C^2H^5)^2O$. En s'en tenant aux représentations de structure, on peut attribuer la formation de ces combinaisons aux atomicités complémentaires que possède l'oxygène dans l'éther ordinaire. Ces combinaisons complexes se rapprochent, à ce point de vue, d'une part, des corps étudiés par Friedel (⁴), Juttner (⁵), Erchibald et Makintosch (⁶), Messinger et Engels (⁷), résultant de l'action des éthers simples sur les acides halogénés et, d'autre part, des combinaisons de l'éther avec l'iodure de magnésium. On connaît, en effet, pour chacune de ces classes de composés, les deux séries :

$$HV.1(C^2H^5)^2O \quad \text{et} \quad HV.2(C^2H^5)^2O; \qquad Mg\begin{cases}I.1(C^2H^5)^2O\\I.1(C^2H^5)^2O\end{cases} \quad \text{et} \quad Mg\begin{cases}I.2(C^2H^5)^2O\\I.2(C^2H^5)^2O\end{cases}.$$

Ces analogies militent en faveur de l'hypothèse d'après laquelle l'éther, dans les combinaisons organomagnésiennes, s'ajoute à la partie de la molécule qui renferme l'élément haloïde. Ces considérations, ainsi que celles développées par Collie et Ticle, qui ont indiqué la structure de ces composés acides, nous engagent à attribuer, avec Bæyer et Villiger, une constitution semblable aux complexes formés par l'éther et les radicaux organomagnésiens. L'hypothèse de l'existence des valences complémentaires de l'oxygène peut être également étendue aux diéthérates. Partant

(¹) *Ber.*, t. XXXVIII, p. 3664.
(²) *Comptes rendus,* t. CXXXII, p. 839.
(³) *Ber.*, t. XXXIX, p. 733.
(⁴) *Bul. Soc. chim.*, 2ᵉ série, t. XXIV, p. 160 et 241.
(⁵) *Zeits. phys. Chem.* t. XXXVIII, p. 36.
(⁶) *Proc. Chem. Soc.*, t. XX, p. 139. — *Journ. Chem. Soc.*, t. XXXV, p. 919.
(⁷) *Ber.*, t. XXI, p. 327.

de ces conceptions et en nous basant sur l'effet thermique qui accompagne la réaction, nous nous sommes proposé d'étudier l'influence qu'exerce, sur le caractère de l'atome d'oxygène central, l'union des éthers et des groupes organomagnésiens.

La préparation de ces diverses combinaisons, la méthode expérimentale et le mode de calcul sont identiques à ceux décrits dans nos travaux précités. Dans chaque expérience, on mesurait successivement l'effet thermique correspondant à l'introduction d'une, puis de l'autre molécule d'éther; d'autre part, comme moyen de contrôle, nous avons déterminé l'effet global dû à l'addition, en une seule opération, de deux molécules d'éther, ce dernier effet devant être égal à la somme des effets partiels. La combinaison organomagnésienne utilisée dans ces recherches est celle que l'on obtient le plus facilement et qui répond à la formule C^3H^7MgI. Pour nous placer dans des conditions expérimentales favorables aux mesures, les réactions ont été effectuées en solution benzénique, dans laquelle la combinaison formée est également soluble. Nous avons réuni dans le Tableau suivant les résultats obtenus :

Formule des éthers.	q RMgI + R^2O.	q' RMgIR^2O + R^2O.	$Q = q + q'$.	Q trouvé directement.
$C^2H^5.O.C^2H^5$.....	6,63	6,16	12,79	12,60
$C^3H^7.O.C^2H^5$.....	6,15	5,93	12,08	12,12
$iC^4H^9.O.C^2H^5$...	5,84	5,37	11,21	11,40
$iC^5H^{11}.O.C^2H^5$...	6,17	5,47	11,64	11,73
$iC^5.H^{11}.O.C^5.H^{11}$.	5,91	4,54	10,45	10,31
$C^6H^5.O.CH^3$.....	»	»	»	»
$C^6H^5.O.C^2H^5$....	»	»	»	»

Il résulte de ces chiffres que, à en juger par l'effet thermique produit, le remplacement, dans les éthers de la série grasse, des radicaux les uns par les autres ne modifie que fort peu le caractère des valences complémentaires de l'oxygène. Cependant, l'introduction du groupe isoamylique est suivie d'un dégagement de chaleur légèrement plus faible. Mais, si l'on passe aux radicaux aromatiques, la nature de la réaction est totalement différente, à tel point que l'effet thermique qui accompagne l'addition d'un groupe phénylique est à peu près nul. Il est à noter que les valeurs complémentaires de l'azote présentent un phénomène semblable qui ressort nettement des données suivantes, empruntées aux recherches de Thomsen [1], Gauthier et Vignon [2] et se rapportant aux chaleurs dégagées par l'addition de quelques acides aux amines tertiaires :

---

(1) Thomsen, *Thermochem. Unter.*, t. I, p. 398.
(2) *Comptes rendus*, t. CVI, 1883, p. 1723.

Formule des amines tertiaires.	HCl.	H^2SO^4.	$\frac{1}{2}H^2SO^4$.
$N(C^2H^5)^3$........	9,5	»	»
$N(CH^3)^3$.........	8,3	21,8	10,3
$N(C^2H^5)(CH^3)^2$...	6,8	15.2	7,6
$N(C^6H^5)^3$........	0	0	0

L'azote et l'oxygène représentant des éléments analogues de deux séries voisines du système de Mendeléef, il n'est pas étonnant de rencontrer une similitude de propriétés telle qu'elle résulte des deux schémas :

$$\begin{matrix}R\\R\end{matrix}\!>O+<\!\begin{matrix}X\\MgR\end{matrix}\quad\text{et}\quad\begin{matrix}R\\R-\\R\end{matrix}\!N+<\!\begin{matrix}X\\H\end{matrix}.$$

Il est clair, comme cela résulte de l'inspection des deux Tableaux, que les mêmes facteurs amèneront des modifications identiques dans le caractère des valences complémentaires. Quant à la différence entre les valences complémentaires de l'oxygène et de l'azote, la question de leur direction dans l'espace mise à part, elle doit être attribuée aux valeurs des affinités que possèdent ces valences pour divers éléments ou radicaux.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Condensation des hydrazines avec les nitriles acétyléniques. Méthode générale de synthèse des pyrazolonimines.* Note de MM. **Ch. Moureu** et **I. Lazennec**, présentée par M. H. Moissan.

Nous avons montré dernièrement que les amines primaires et secondaires réagissaient sur les nitriles acétyléniques, en donnant, par ouverture de la triple liaison, des produits de condensation à liaison éthylénique, résultant de la fixation des amines sur la liaison acétylénique. Il était intéressant de rechercher comment se comporteraient, vis-à-vis des mêmes nitriles, les hydrazines, qui ne sont, en réalité, que des amines d'une espèce particulière.

Quand on met en contact un nitrile acétylénique $R - C \equiv C - CN$ (1^{mol}) avec l'hydrate d'hydrazine ($1^{mol} + \frac{1}{4}$ de molécule) en solution alcoolique, il est immédiatement attaqué avec dégagement de chaleur; on achève la réaction en portant quelque temps la liqueur à l'ébullition. Un produit prend ainsi naissance, que l'on isole facilement, après évaporation de l'alcool, par cristallisation ou rectification.

Nous avons observé que la phénylhydrazine pouvait être condensée de la même manière avec les nitriles acétyléniques.

Les produits de condensation ainsi obtenus résultent de l'union intégrale du nitrile acétylénique et de l'hydrazine mis en œuvre. Nous allons établir qu'on doit les considérer comme des pyrazolonimines, et que le produit de condensation de l'hydrazine simple $NH^2 - NH^2$ avec le nitrile phénylpropiolique $C^6H^5 - C \equiv C - CN$, par exemple, doit être représenté par la formule de constitution

$$\begin{array}{ccc} & CH \overset{4\quad 3}{=\!=\!=} C - NH & \\ C^6H^5 - C^{5} & & {}^{2}NH \\ & \diagdown_{1} \diagup & \\ & NH & \end{array}$$

Tout d'abord, nous avons remarqué que ce composé se trouve être identique à celui que Seidel a obtenu en faisant agir l'hydrate d'hydrazine sur la cyanacétophénone ou benzoylacétonitrile $C^6H^5 - CO - CH^2 - CN$ (*J. f. pr. Ch.*, t LVIII, p. 134). On pourrait supposer, étant donné ce fait, que le corps n'est autre que l'hydrazone

$$\begin{array}{c} C^6H^5 - C - CH^2 - C \equiv N \\ \| \\ N - NH^2 \end{array} \quad \text{ou} \rightleftarrows \quad \begin{array}{c} C^6H^5 - C = CH - C \equiv N \\ | \\ NH - NH^2 \end{array}.$$

Mais nous n'avons pu réussir à le dédoubler par les agents d'hydratation ordinaires; il résiste même à l'acide chlorhydrique concentré à 150°. Ce n'est donc pas l'hydrazone supposée, et il doit posséder une structure cyclique.

Il est naturel de penser que la susdite hydrazone a initialement pris naissance, et que la chaîne se ferme ensuite par ouverture de la triple liaison entre le carbone et l'azote dans le groupe $- C \equiv N$, ce dernier devenant $\underset{|}{- C} = NH$ ou $\underset{\|}{- C} - NH^2$.

Il se trouve que le produit ne présente aucun des caractères spécifiques des amines primaires $R - NH^2$; il ne donne, en particulier, ni la réaction des carbylamines, ni celle des sénévols. Le corps doit donc être un dérivé iminé ($\underset{|}{- C} = NH$). Sa transformation en dérivé cétonique ($\underset{|}{- C} = O$) aurait tranché la question d'une manière radicale. Malheureusement, il a résisté à toutes nos tentatives de saponification.

Remarquons que, si la formule de constitution que nous proposons est exacte, la diphénylhydrazine non symétrique $NH^2 - N(C^6H^5)^2$, où l'un des azotes ne porte pas d'hydrogène, doit fournir, par son action sur la

cyanacétophénone, la diphénylhydrazone

$$\begin{matrix} C^6H^5 - C - CH^2 - CN \\ \quad \| \\ N - N(C^6H^5)^2 \end{matrix} \quad \text{ou} \rightleftarrows \quad \begin{matrix} C^6H^5 - C = CH - CN \\ \quad | \\ NH - N(C^6H^5)^2 \end{matrix},$$

et non une pyrazolonimine. En faisant agir le chlorhydrate de diphénylhydrazine sur la cyanacétophénone, nous avons obtenu un corps fusible à 148°. Seidel, qui l'a déjà préparé et analysé, l'a considéré avec raison, mais sans preuve, comme une hydrazone. En le chauffant au bain-marie, pendant quelques heures, avec de l'acide chlorhydrique concentré, nous avons observé la production d'acétophénone $C^6H^5 - CO - CH^3$, qui a été caractérisée par sa semicarbazone. La formation d'acétophénone est évidemment une preuve directe que le composé n'avait pas une structure cyclique, et qu'il n'était autre, par conséquent, que la diphénylhydrazone attendue.

Le raisonnement qui précède nous amène donc à conclure que les produits résultant de la condensation des hydrazines avec les nitriles acétyléniques sont des pyrazolonimines.

Quant à la double liaison, elle se trouve placée nécessairement entre les deux atomes de carbone 4 et 5, qui étaient, dans le nitrile acétylénique, liés par la triple liaison. Le corps formé étant le même, en effet, quand on traite la cyanacétophénone ou le nitrile phénylpropiolique par l'hydrazine, l'attaque, dans ce dernier cas, doit se faire par la liaison acétylénique, qui est convertie en liaison éthylénique :

$$-C \equiv C - + NH^2 - NH^2 = -C(NH - NH^2) = CH -$$

Il suit de là que la cyanacétophénone doit agir sur l'hydrazine sous sa forme tautomérique :

$$-C(OH) = CH - + NH^2.NH^2 = H^2O + -C(NH.NH^2) = CH -$$

Ces observations s'appliqueront évidemment à l'action des diverses hydrazines sur les divers nitriles acétyléniques ou β-cétoniques (¹).

(¹) Dans le même ordre d'idées, nous rappellerons que M. Haller a montré que les éthers acylcyanacétiques, qui sont des nitriles β-cétoniques substitués particuliers, agissaient de même, sous leur forme énolique, sur la phénylhydrazine (*Bull. Soc. chim.*, 3ᵉ série, t. XV, p. 131).

Nous mentionnerons également que, en traitant par la phénylhydrazine le propionylpropionitrile $C^2H^5 - CO - CH(CH^3) - CN$, MM. Hanriot et Bouveault ont préparé

Ajoutons, en terminant, que les pyrazolonimines obtenues sont des corps à propriétés basiques, donnant des chlorhydrates, des chloroplatinates, des picrates.

Nous avons effectué nos réactions avec l'hydrazine simple et la phénylhydrazine, d'une part, et les nitriles amylpropiolique, hexylpropiolique et phénylpropiolique, d'autre part.

5-*amyl* 3-*pyrazolonimine*. — Fond à 41°; distille à 205°-208° (corr.) sous 18mm. Le picrate fond à 142°-144°.

2-*phényl* 5-*amyl* 3-*pyrazolonimine*. — Distille à 231°-233° (corr.) sous 18mm; $D_{20}^{4^\circ} = 1,047$.

5-*hexyl* 3-*pyrazolonimine*. — Fond vers 32°; distille à 214°-217° (corr.) sous 18mm.

5-*phényl* 3-*pyrazolonimine*. — Fond à 125°-126°; le chlorhydrate fond à 78°-80°, le chloroplatinate à 225° (décomp.), et le picrate à 202°-203° (corr.). Seidel avait obtenu le même composé en traitant la cyanacétophénone par l'hydrate d'hydrazine (*loc. cit.*).

2-5 *diphényl* 3-*pyrazolonimine*. — Fond à 127°-129°; le chlorhydrate est dissociable par un excès d'eau; le chloroplatinate fond à 153°-155° (décomp.). Le produit est identique à celui que Seidel a déjà préparé en partant de la cyanacétophénone (*loc. cit.*).

CHIMIE ORGANIQUE. — *Transposition de l'hydrobenzoïne; étude des alkylhydrobenzoïnes et de quelques glycols aromatiques trisubstitués*. Note de MM. **Tiffeneau** et **Dorlencourt**, présentée par M. Haller.

L'inaptitude des aldéhydes trisubstituées aromatiques à se combiner aux bisulfites alcalins et à colorer le réactif de Schiff, nous a conduits, dans une Note précédente [1], à envisager comme cétones des composés qui ne sont autres que les aldhéydes

$$(C^6H^5)^2(R) - C - CHO \quad \text{et} \quad C^6H^5(R)^2 - C - CHO.$$

Les constantes physiques de ces aldéhydes sont en effet très différentes de celles des cétones annoncées et leur oxydation par l'oxyde d'argent fournit régulièrement les acides correspondants

$$(C^6H^5)^2R - C - CO^2H \quad \text{et} \quad C^6H^5(R)^2 - C - CO^2H.$$

---

un composé qu'ils ont envisagé comme un dérivé du pyrazol (*Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. I, p. 552).

(1) Tiffeneau et Dorlencourt, *Comptes rendus*, t. CXLIII, p. 126 et 651.

La transformation des deux types de glycols considérés s'accompagne donc de migration moléculaire et doit s'écrire

(I) $C^6H^5 - CHOH - C(OH)(R) - C^6H^5 \rightarrow CHO - C(R)(C^6H^5)^2$

(II) $C^6H^5 - CHOH - C(OH)RR \rightarrow CHO - C(R)^2C^6H^5$

Toutefois, tandis que dans les réactions du type (I) la transposition en aldéhyde est intégrale, il n'en est plus de même pour les réactions du type (II) où l'aldéhyde, formée en faible quantité, ne peut être isolée à l'état de pureté et n'a été caractérisée que par sa transformation en acide

$$C^6H^5(R)^2 - C - CO^2H.$$

La transposition de l'hydrobenzoïne n'apparaît donc plus comme un cas isolé mais comme une transposition commune à tous les glycols possédant un radical aromatique au voisinage de l'oxhydrile le plus résistant. L'un de nous, en rapprochant ces faits de ceux observés par lui avec diverses halohydrines, a pu, dans une Note précédente ([1]), formuler les diverses conclusions théoriques qui en découlent.

1. *Transformation de la méthyl-hydrobenzoïne en αα-diphénylpropanal.* — La méthyl-hydrobenzoïne fusible à 104°, obtenue par action de $IMgCH^3$ sur la benzoïne

$$C^6H^5 - CHOH - CO - C^6H^5,$$

est soumise à l'action de l'acide sulfurique au cinquième; on chauffe et l'on brasse le tout par un courant de vapeur d'eau qui entraîne l'aldéhyde au fur et à mesure de sa production.

Cette aldéhyde incristallisable bout vers 187°-191° sous 22mm, 174°-178° sous 12mm et vers 301°-304° à la pression ordinaire; sa densité à 0° est de 1,087. Elle donne une oxime unique fusible à 123° qui fournit par action de l'anhydride acétique un nitrile bouillant vers 310°-313°. Sa semicarbazone fond à 122°. Dans l'oxydation par Ag^2O on obtient l'acide méthyldiphénylacétique fusible à 173° déjà décrit par Thörner et Zincke (*D. chem. Ges.*, t. XI, 1903). Le bromure de phénylmagnésium réagit sur cette aldéhyde en donnant l'oxyde $C^{32}H^{34}O$ fusible à 121°-122°.

2. *Transformation de l'éthylhydrobenzoïne en αα-diphénylbutanal.* — L'éthylhydrobenzoïne fusible à 117° déjà décrite se transforme intégralement (rendement: 50 pour 100) par SO^4H^2 au cinquième en diphényléthylacétaldéhyde (αα-diphénylbutanal) bouillant à 312°-316°; l'oxime fond à 128°-129°, le semicarbazone à 167°. L'oxydation argentique de cette aldéhyde fournit l'acide éthyldiphénylacétique fusible à 170°-171°.

3. *Transformation du glycol* $C^6H^5CHOH - C(OH)(CH^3)^2$ *en diméthylphénylacétaldéhyde.* — Le diméthylphénylglycol s'obtient fusible à 56° par action de $IMgCH^3$

([1]) Tiffeneau, *Comptes rendus*, t. CXLIII, 5 novembre 1906.

sur le phénylglycolate de méthyle. Traité par l'acide sulfurique au cinquième il fournit divers produits parmi lesquels on isole une fraction bouillant à 105°-110° sous 14^{mm}; cette fraction, qui donne une semicarbazone fusible à 176°, se laisse oxyder par l'oxyde d'argent en acide diméthylphénylacétique qui fond à 78°.

4. *Transformation du glycol* $C^6H^5 - CHOH - C(OH)(C^2H^5)^2$ *en diéthylphénylacétaldéhyde.* — Le diéthylphénylglycol (fond à 89° et bout à 163°-165° sous 20^{mm}, 275°-280° sous 760^{mm}) se transforme partiellement en diéthylphénylacétaldéhyde bouillant vers 135°-140° sous 26^{mm} et à 235°-238° sous 760^{mm}; $d_0 = 0,978$: sa semicarbazone fond à 178°-179°; l'oxydation par l'oxyde d'argent fournit de petites quantités d'un acide qu'on n'a pas réussi à faire cristalliser.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la maladie de l'amertume des vins.* Note de M. A. TRILLAT, présentée par M. ROUX.

Le goût amer qui caractérise certains vins rouges a été considéré comme une conséquence de la maladie dite de l'*amertume*, très commune dans les crus de Bourgogne. Cette amertume qui accompagne la maladie a été attribuée à plusieurs causes, notamment à une sécrétion microbienne et plus souvent à une altération de la matière colorante. Diverses observations m'avaient déjà fait supposer que le goût amer provenait d'une résinification aldéhydique ([1]) : les expériences dont je donne ici le résumé viennent confirmer cette opinion.

D'après mes essais, la production de l'amertume comporterait deux phases : formation de quantités élevées d'aldéhydes et d'ammoniaque sous l'influence de la maladie; oxydation de l'aldéhydate d'ammoniaque et transformation en une résine très amère. Suivons la question dans cet ordre.

I. Le Tableau suivant indique tout d'abord que les vins atteints de l'amertume peuvent contenir au cours de la maladie des doses notables d'aldéhydes ([2]). (L'évaluation est faite en aldéhyde acétique; on a tenu compte aussi de l'aldéhyde produite par contact au cours des dosages.)

Origine des vins.	Aldéhydes par litre.	Origine des vins.	Aldéhydes par litre.
	g		g
Bourgogne 1898	0,090	Bordeaux	0,070
» 1890	0,105	»	0,110
» 1900	0,068	Savoie, 1901 (très amer).	0,150

([1]) *Comptes rendus*, 1903, p. 171. Je tiens aussi à signaler que Maumené, dans son travail sur les vins (1874), avait émis aussi cette hypothèse.

([2]) Dans certains vins amers avancés, la dose d'aldéhydes libres trouvée au commencement de la maladie s'atténue et finit même par disparaître.

Ces chiffres ne font que confirmer ceux que j'avais déjà indiqués pour certains vins malades, plus riches en aldéhydes que les vins sains correspondants.

II. Parallèlement, j'ai fait des dosages d'ammoniaque dans des vins atteints du filament de l'amertume : j'ai pu y déceler des quantités anormales d'ammoniaque provenant vraisemblablement de la décomposition de la matière azotée qui existe dans le vin, surtout dans les vins de Bourgogne, les plus facilement atteints, comme l'ont observé MM. Mazé et Pacottet ([1]). A une époque antérieure à ces résultats, on avait déjà signalé la présence de l'ammoniaque, non seulement dans des vins malades, mais aussi à l'état de traces dans des vins normaux (Müntz et Rousseau), ainsi que dans des moûts de vins incomplètement fermentés (A. Gautier et Halphen). Enfin, MM. Bordas, Joulin et Raczkowski ont démontré que le filament de l'amertume fabriquait de petites quantités d'ammoniaque ([2]).

III. Il résulte donc de ces observations que les vins amers contiennent, à un moment donné, des doses anormales d'aldéhydes et d'ammoniaque.

Pour interpréter ces résultats acquis, il suffit d'examiner ce qui se passe dans certains vins rouges additionnés de très petites quantités d'aldéhyde acétique et d'ammoniaque. Selon leur constitution et leur origine, certains d'entre eux ne tardent pas à prendre un goût d'amertume très prononcé, comme s'ils étaient envahis par la maladie; hormis la présence des filaments, ils offrent d'une façon frappante les caractères des vins authentiquement malades. Ils deviennent couleur pelure d'oignon en jaunissant de plus en plus; il se forme des dépôts flottants; enfin, concordance bien remarquable, l'amertume ainsi artificiellement produite s'atténue avec le temps, comme dans les cas signalés par Pasteur.

IV. Ces faits se trouvent expliqués par les propriétés des résines d'aldéhydes que j'ai étudiées en me plaçant à ce point de vue particulier. On sait qu'elles prennent naissance par l'alcalinisation des solutions aldéhydiques : contrairement à cette notion, j'ai constaté que la solution d'aldéhydate d'ammoniaque acidifiée était cependant susceptible de s'oxyder en cet état à la longue et de fournir une résine amère, quand on se plaçait sous certaines conditions que je décrirai dans un travail plus détaillé. C'est le cas du vin.

La résine d'aldéhyde acétique fraîchement préparée est soluble dans l'eau alcalinisée, partiellement soluble dans l'eau acidulée et alcoolisée

([1]) *Revue de Viticulture*, 1904.
([2]) *Comptes rendus*, 1898, p. 1050 et 1443.

(cas du vin). Les solutions sont colorées en jaune; elles possèdent une telle amertume que celle-ci est reconnaissable à une dilution de $\frac{1}{50000}$. On se rend ainsi compte comment la formation de quelques centigrammes de cette substance suffit à communiquer au vin la coloration et l'amertume observées dans les vins malades.

Ces solutions absorbent lentement l'oxygène de l'air; elles finissent par se troubler et par former un dépôt dénué de toute amertume. A l'analyse, un de ces résidus d'aldéhyde résinifiée m'a donné les résultats suivants :

	Carbone.	Hydrogène.	Oxygène.
1..............	73,92	8,11	17,97
2..............	74,06	8,13	17,81

V. Toutes ces propriétés cadrent bien avec les nombreuses observations faites par Pasteur au cours de ses études sur la maladie de l'amertume. Pasteur fit notamment observer que les articles dont se composaient les filaments présentaient des nodosités analogues à des incrustations solubles dans l'alcool avec coloration jaune, comme dans le cas de la résine d'aldéhyde. Ces nodosités peuvent être attribuables au dépôt sur le filament de la matière résinoïde ou de la matière colorante du vin si facilement insolubilisée par des traces d'aldéhyde ([1]). D'autres remarques faites aussi bien par les savants que par les praticiens trouvent encore une explication très acceptable. Telle est, par exemple, la formation de l'amertume dans un vin exempt de tout germe de maladie : c'est le cas constaté par Pasteur à la suite d'un transvasement de vin ([1]) et que l'on peut reproduire facilement; c'est aussi le cas constaté dans des vins renfermés dans des bouteilles entamées, etc. Ainsi se trouve aussi expliquée cette curieuse observation de Maumené : que le vin riche en substance azotée prend plus facilement le goût amer ([2]). Tous ces résultats sont justiciables d'une aldéhydification du vin sous diverses influences.

MM. Mazé et Pacottet, Babo et Nessler ([3]) ont recommandé, comme préservatif de l'amertume, l'aération mitigée du vin : M. Chuart ([4]) a émis l'opinion contraire. Ces traitements ne semblent plus maintenant contradictoires, selon qu'on envisage le début ou la fin de la maladie, le ferment ou la résine, c'est-à-dire le préservatif ou le remède.

([1]) Pasteur, *Étude sur les vins*, 1873.
([2]) Maumené, *Travail sur les vins*, 1874.
([3]) *Revue de Viticulture*, 1904.
([4]) Sémichon, *Maladies des vins*, 1905, p. 376.

Les résines d'aldéhyde étant entraînables par la vapeur d'eau, j'ai pensé que la partie amère d'un vin malade devait peu à peu passer à la distillation. C'est ce que l'expérience a confirmé et ce résultat explique l'origine de l'amertume de certaines eaux-de-vie conservées en flacons de verre, ainsi que leur jaunissement, en l'absence de matières extractives. Là encore, le phénomène peut être reproduit artificiellement.

Pour affirmer d'une façon définitive la présence d'une résine aldéhydique dans le vin amer, il faudrait évidemment en isoler en proportions assez notables pour en permettre l'identification : la difficulté pratique de cette opération consiste à se procurer une quantité suffisante d'un vin malade. En attendant cette identification, les observations et les analogies que je viens d'exposer font entrevoir le rôle important joué par les aldéhydes formées au cours de la maladie de l'amertume.

BOTANIQUE. — *Sur les mutations gemmaires culturales dans les* Solanum *tubérifères*. Note (¹) de M. **Édouard Heckel**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Dans deux précédentes Communications, j'ai signalé, sous le nom de *mutations gemmaires*, des phénomènes survenus en soumettant les tubercules sauvages de *Solanum Commersoni* Dunal et *S. Maglia* Schlecht types à l'influence de la fumure intensive, avec prédominance d'engrais animal (fumier de ferme : d'*équidés*, de *ruminants* ou de *poulailler*). Aujourd'hui, mes expériences ayant été étendues à *Solanum tuberosum L.* et *S. polyadenium* Greenmann, sauvages, je puis donner aux premiers résultats acquis une plus grande ampleur, et prévoir qu'avec quelques variantes venant s'ajouter à la condition essentielle (superfumure) il sera permis d'espérer la mutation gemmaire de presque toutes, si ce n'est de toutes les espèces connues, qui se réduisent du reste à sept actuellement.

Le *Solanum Maglia* m'avait donné, l'an dernier, un premier tubercule violet, duquel sont sortis cette année, en première et deuxième génération, et sur le même pied souvent, des tubercules blancs, jaunes et panachés de blanc et de violet (²). En

(¹) Présentée dans la séance du 24 décembre 1906.

(²) Le même fait s'était produit pour la variété violette de *Commersoni* de M. Labergerie, dont le tubercule violet donna ensuite des plantes qui produisirent des tubercules de toutes les couleurs connues comme propres à ces tubérisations.

outre, à ce moment-là, les pieds mutés ont acquis une corolle deltoïde violette au lieu de la corolle blanche qui caractérise l'espèce type; enfin les plants, très développés et ainsi transformés, ont fructifié, ce que n'ont jamais fait jusqu'ici les pieds de l'espèce type que je conserve depuis plusieurs années. J'ajoute que la mutation maintenant fixée reproduit l'aspect (pour la plante et les tubercules) d'une variété bien connue : *Vicar of Laleham* ou *Violette grosse*. Il se produit donc ici le même fait qui s'était déjà révélé à propos de la variété violette de *S. Commersoni* de M. Labergerie, dont le tubercule et la plante rappellent la *Géante bleue*, ce qui signifie que la Géante bleue obtenue, d'après les agriculteurs, par le croisement de deux variétés connues, compte parmi les générateurs médiats ou immédiats le *S. Commersoni* type, de même que le *Vicar of Laleham* me paraît descendre directement ou indirectement de *S. Maglia* par ses générateurs déclarés.

Le *Solanum polyadenium* Greenmann, que j'ai reçu de la station agricole de Burlington (Vermont, États-Unis d'Amérique du Nord), est une espèce mexicaine très différente de toutes les autres congénères par son port et son feuillage qui répand une odeur désagréable d'*Ailanthe glanduleux* (faux vernis du Japon). J'ai eu d'Amérique des graines nombreuses et deux petits tubercules blancs.

Des graines sont sortis 50 pieds qui ont donné abondamment de petits tubercules (2g à 3g) blancs, nacrés, turbinés et à chair aqueuse. Des tubercules blancs provenant de Burlington sont sortis, cette année, deux pieds qui m'ont donné des tubercules *violets* plus gros (3g à 5g). C'est là le premier signe de la mutation. Ce résultat étant obtenu, je suis assuré à peu près d'avoir, par germination de ces tubercules, une plante mutée dès la première ou la seconde génération. Déjà, les pieds issus des tubercules de Burlington qui m'ont donné des tubercules violets, se différenciaient par leur taille plus élevée et par des feuilles plus grandes que dans les pieds issus de graines. Tous les plants indistinctement ont donné des fleurs blanches mais sans fructifier.

Il résulte actuellement de mes recherches poursuivies depuis 1896 sans discontinuité sur ce sujet : 1° que les phénomènes de *mutation gemmaire culturale* dans les *Solanum* tubérifères, étant admises les origines gamogénétiques attribuées par les agriculteurs aux diverses variétés culturales, produisent les mêmes résultats que le croisement, puisqu'on arrive par les deux méthodes à obtenir les mêmes formes fixées [1]; 2° que la dénomination de *mutation* s'applique bien à un phénomène qui fixe tout d'un coup des formes si différentes de celles de l'espèce sauvage envisagée, les phénomènes de retour étant presque inconnus, pourvu que les conditions culturales qui les ont fait naître soient maintenues; 3° que la première mani-

---

(1) Ce fait démontrerait bien à quel point les affinités sont étroites entre les espèces admises dans les *Solanum* tubérifères. On sait que des considérations d'ordre morphologique ont conduit la plupart des auteurs qui se sont occupés de ces plantes intéressantes, à les considérer comme espèces aussi affines que celles des genres *Rosa* et *Rubus*.

festation de la *mutation gemmaire* se traduit par la coloration violette de quelques tubercules issus de plantes nées elles-mêmes de tubercules et non de graines (¹).

De ces tubercules violets sortent ensuite des plantes très différentes du type spécifique (mutation complète), qui donnent des tubercules de toutes les couleurs connues à ces productions et, quelquefois sur le même pied, avec ou sans maintien de la couleur violette initiale.

4° Que le fait de la nécessité des engrais animaux (fumier de ferme), qui sont des milieux de culture appropriés pour les divers microorganismes, constitue une présomption favorable à l'hypothèse d'une symbiose (micorhizes?), qui est, du reste, à démontrer.

5° Que les mutations gemmaires impriment à l'espèce un essor végétatif si puissant que toutes les parties s'accroissent, que les fleurs grandissent et changent de couleur comme les tubercules; la forme même peut être modifiée dans les fruits qui quelquefois nouent sur les mutations, alors que l'espèce type reste stérile. Les fruits du *S. Commersoni* cordiformes dans l'espèce type deviennent sphériques dans la variété violette.

6° Que les produits de la mutation gemmaire issus d'espèces types très différentes se ressemblent beaucoup plus morphologiquement entre eux que les espèces originelles entre elles. Ainsi, il est toujours facile de reconnaître un *Solanum Commersoni* d'un *S. Maglia,* tandis que les mutations ne conservent plus que quelques rares caractères différentiels qu'un œil exercé peut seul saisir.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Quelques essais sur le greffage des Solanées.* Note de M. **Ed. Griffon**, présentée par M. Gaston Bonnier.

La vieille question du greffage, et plus spécialement celle de *l'influence du sujet sur le greffon et réciproquement*, a pris, on le sait, une importance considérable depuis la reconstitution de notre vignoble à l'aide de plants

(¹) Par le seul jeu des forces naturelles, les *Solanum* tubérifères sauvages produisent, sans culture, des pieds à tubercules blancs et d'autres à tubercules violets, à peu près toutes les espèces connues. Une mutation possible par la culture se produira toujours plus sûrement sur un tubercule violet d'une espèce donnée, c'est pourquoi j'ai obtenu très rapidement une mutation avec *S. Maglia* que j'ai eu en petits tubercules violets.

américains résistants au phylloxéra sur lesquels on greffe les anciens cépages français.

D'autre part, les essais exécutés notamment en Allemagne et en France sur des plantes variées, herbacées ou ligneuses; les observations des praticiens, n'ont pas manqué d'éveiller l'attention des botanistes désireux d'avoir une opinion personnelle sur la variation dans la greffe.

C'est ce qui m'a conduit à entreprendre au Jardin botanique de l'École d'Agriculture de Grignon une série d'essais que je me propose de poursuivre aussi longtemps que les circonstances me le permettront.

Dans le courant de la présente année, ces essais ont porté sur les Solanées qui ont fait déjà l'objet de nombreuses expériences depuis que le baron Tschudy découvrit, à la fin du XVIIIe siècle, le greffage des plantes herbacées. Mais les essais multiples et répétés qui ont été relatés au milieu du siècle dernier dans les Annales des Sociétés d'Horticulture de divers pays; ceux qui ont été exécutés dans la suite par Trail, Hildebrand, Lindemuth, Strasburger, puis par Vöchting, Daniel, Laurent, etc., et par les praticiens, aboutissent à des conclusions tellement contradictoires sur l'influence réciproque du sujet et du greffon, qu'il devient absolument nécessaire d'expérimenter soi-même si l'on veut être en mesure de faire une critique sérieuse des résultats obtenus.

Expériences : 1° *Greffe de Pomme de terre sur Tomate.* — Le 25 juillet dernier, sur des pieds de Tomate rouge grosse hâtive, j'ai greffé des pousses de Pomme de terre *la Parisienne*. Les greffes ont très bien pris, et, chez plusieurs d'entre elles, j'ai laissé se développer des bourgeons du sujet, comme cela arrive de temps à autre dans la pratique, comme l'ont fait autrefois les expérimentateurs qui se sont occupés de la transmission de la panachure par le greffage (greffe mixte de Daniel). J'ai obtenu ainsi des rameaux qui ont très bien fleuri et fructifié, mais aucune variation appréciable de forme n'a pu être constatée.

2° *Greffe de Tomate sur Pomme de terre.* — C'est l'inverse de l'expérience précédente; ici, que la greffe soit simple ou mixte, le greffon a pris un grand développement; il a donné beaucoup de fruits, et, chose curieuse, ces fruits étaient plus côtelés que dans les témoins non greffés; pourtant, le fruit de la Pomme de terre est sphérique; s'il y avait eu un mélange de caractères, le greffon n'eût dû avoir que très peu ou point de fruits côtelés. Si donc la plante a *joué*, comme disent les horticulteurs, c'est plutôt en sens inverse d'une action spécifique du sujet sur le greffon. Tous les praticiens savent d'ailleurs, et je l'ai constaté amplement cette année, que dans les cultures le fruit de la Tomate varie beaucoup. On trouve en même temps, notamment avec la variété rouge grosse hâtive, des fruits à côtes très apparentes, ou sans côtes visibles avec tous les intermédiaires. Quant aux tubercules du sujet, ils étaient, bien entendu, peu nombreux, mais ne présentaient rien d'anormal.

3° *Greffe de Tomate sur Aubergine.* — Les expériences ont été faites le 4 juillet dernier avec la Tomate rouge grosse hâtive et l'Aubergine violette longue. Sur les six pieds greffés, les fruits de Tomate se sont développés normalement et n'ont manifesté aucune variation importante.

4° *Greffe d'Aubergine sur Tomate.* — C'est l'inverse de la précédente; dans la greffe mixte, il n'y a eu aucun changement ni de forme ni de couleur. Daniel, qui a constaté des modifications de forme, déclare que chez ces plantes la couleur n'est pas affectée par la greffe (caractère chimique). Dans la greffe simple les fruits se sont plutôt allongés, ce qui eût dû être le contraire en admettant une influence morphologique spécifique de la Tomate sur l'Aubergine. Je n'ai pas constaté les formes raccourcies côtelées ou ovoïdes qui ont été signalées par divers auteurs; mais, par contre, j'ai trouvé ces formes sur un pied témoin et sur de nombreux pieds non greffés du Jardin potager de l'École de Grignon. En outre, j'ai appris des maraîchers des environs de Paris et surtout des producteurs d'Aubergine du Midi que de telles formes se rencontrent en abondance dans les cultures.

5° *Greffe de* Solanum laciniatum *Ait. sur* Solanum ovigerum *Dun.* — Des pieds de cette curieuse Morelle qu'on appelle. à cause de ses beaux fruits blancs, la *Pondeuse,* ont reçu des greffes de *Solanum laciniatum.* Sur trois d'entre eux on a laissé développer des rameaux aux dépens du sujet. Le greffon a évolué absolument comme dans les témoins non greffés; il était impossible de trouver la moindre différence en ce qui concerne la couleur violacée des tiges et des rameaux, la taille, les inflorescences et les fleurs. En outre, le rameau peu développé et peu feuillé venu sur le sujet a donné des fruits de *Solanum ovigerum* les plus rapprochés du type. Par contre, des *Solanum ovigerum* végétant à côté des greffes m'ont donné, en même temps que des fruits ovoïdes, des fruits sphériques et un fruit côtelé.

Conclusions. — Des expériences qui précèdent il découle que, chez les Solanées étudiées, la greffe n'a pas mis en évidence d'*influence spécifique morphologique* du sujet sur le greffon et réciproquement.

Les variations de forme que j'ai constatées, celles qui l'ont été par d'autres expérimentateurs, ne me paraissent nullement présenter les caractères d'une *hybridation asexuelle* qui résulterait du passage à travers le bourrelet de soudure de substances morphogènes spécifiques. Elles ont la même importance; elles sont de même nature et, par suite, comportent la même signification que celles qu'on observe chez les plantes non greffées. En effet, ou bien elles sont indépendantes de la greffe et, par suite, identiques à celles que l'on rencontre fréquemment chez les Solanées cultivées; ou bien elles sont une conséquence de la greffe, mais simplement en raison des *troubles apportés aux fonctions de nutrition* du sujet et du greffon; ce dernier cas expliquant alors fort bien que les variations ne soient pas toujours, ainsi qu'on l'observe, dans le sens d'un mélange de caractères des deux plantes associées.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Production par traumatisme et fixation d'une variété nouvelle de Maïs,* le Zea Mays *var.* pseudo-androgyna. Note de M. **L. Blaringhem**, présentée par M. Gaston Bonnier.

La tribu des Maydées se distingue, dans la famille des Graminées, par la séparation des organes sexuels qui sont répartis soit sur des inflorescences différentes (*Zea, Euchlæna*), soit sur des portions différentes d'une même inflorescence (*Tripsacum, Coix,* etc.). Divers auteurs ([1]) ont décrit, sous le nom d'*anomalies,* des fleurs hermaphrodites du Maïs. Guido Krafft, en particulier, admet que : « d'après leurs tendances, les fleurs de Maïs sont non pas unisexuées mais hermaphrodites » ([2]), mais il reconnaît n'avoir pu trouver, parmi les différents cas qu'il a observés, celui d'une fleur femelle présentant autour du gynécée un cycle d'étamines avortées. J'ai obtenu cette anomalie dans différentes lignées tératologiques de Maïs dont les ancêtres ont subi la section des tiges principales ([3]) et j'ai isolé une variété stable, définie par ce caractère anormal, à laquelle je donne le nom de *Zea Mays* var. *pseudo-androgyna* ([4]).

Le *Zea Mays* var. *pseudo-androgyna* diffère de la variété de *Maïs de Pensylvanie* Bonaf, dont il dérive, par une vigueur moindre et une maturité plus hâtive. A l'époque de la floraison, les épis ne montrent pas de traces d'étamines; ce n'est que plus tard, au moment de la maturation des graines, qu'on peut apercevoir trois organes spatulés et verdâtres faisant saillie autour de chaque fruit. La dissection montre que l'épillet femelle, réduit d'ordinaire à une seule fleur femelle fertile, se compose de deux fleurs hermaphrodites complètes; les étamines dont les anthères sont larges à la base et étroites à la pointe diffèrent sensiblement des étamines fertiles des Graminées: Elles n'ont pas donné de pollen jusqu'ici et ne jouent aucun rôle dans la fécondation qui est terminée longtemps avant leur apparition. L'hermaphroditisme est purement morphologique.

La variété nouvelle dérive d'une plante dont la tige fut coupée à la base en juillet

---

([1]) Voir O. Penzig, *Pflanzenteratologie,* vol. II, Genua, 1894, p. 462.

([2]) G. Krafft, *Die normale und anormale Metamorphose der Maisplanze,* Wien, 1870, p. 66.

([3]) *Comptes rendus,* t. CXLIII, p. 245.

([4]) Belhomme a décrit (*Bull. Soc. bot. de France,* t. IX, p. 533) sous le nom de *Mays androgyna* une forme originaire du Sénégal à épis latéraux couverts d'épillets mâles et femelles qui est tout à fait distincte de la variété nouvelle que j'ai obtenue.

1902. Le rejet, développé après la mutilation, portait une panicule à rameaux fasciés et couverte de graines fertiles; sur 28 plantes obtenues par leur culture en 1903, 20 ont montré la transmission du caractère anormal de la panicule. L'ensemble de ces plantes cultivées à l'abri du pollen étranger constitue une famille qui est l'origine de nombreuses formes nouvelles dont l'une fut décrite récemment sous le nom de *Zea Mays præcox* (¹). Le *Zea Mays* var. *pseudo-androgyna* n'est apparu qu'en 1904; en détachant pour la culture les graines d'un épi latéral j'ai remarqué à leur base les trois appendices brunâtres, restes desséchés des étamines avortées. Les cultures de contrôle faites en 1905 sur 113 individus ont montré la transmission du caractère à 97 plantes; celles de 1906 m'ont permis de constater que la variation est complètement fixée.

L'apparition subite du caractère, suivie d'une fixation rapide, l'obtention d'autres formes nouvelles et stables dans la même lignée me permettent d'affirmer que *la plante de Maïs, mutilée en* 1902, *est l'origine d'une famille en période de mutation.*

La variation présentée par le *Zea Mays* var. *pseudo-androgyna* est d'une nature *progressive*. On pourrait m'objecter qu'il s'agit d'un exemple de retour atavique à un ancêtre du Maïs portant des fleurs hermaphrodites et c'est sans doute l'opinion que Krafft voulait faire adopter comme conséquence de son étude; elle serait alors une *variété régressive* de l'espèce *Zea Mays vulgata Kcke.* Mais il est admis que le Maïs est une forme dérivée de Graminées où la séparation des sexes est la règle constante (*Euchlæna* ou *Tripsacum,* ou ancêtre commun aux deux genres) et par conséquent la forme ancestrale à laquelle la variété née dans mes cultures a fait retour ne pourrait être cherchée que hors de la tribu des Maydées, dans les Andropogonées par exemple. Un tel cas de retour atavique avec maintien intégral des autres qualités morphologiques et physiologiques qui définissent le genre *Zea* serait extraordinaire.

Quoi qu'il en soit, l'ancêtre hermaphrodite présumé du Maïs possédait des fleurs dont les étamines donnaient du pollen fertile à l'époque de l'étalement des stigmates. Or la variété *pseudo-androgyna* est caractérisée par l'apparition des étamines après la fécondation et la formation complète des graines. Si donc le caractère de la présence d'un verticille de trois étamines n'est pas nouveau pour les Maydées, le développement tardif des étamines est bien une qualité nouvelle.

Il en résulte que *les mutilations violentes,* faites à une époque convenable, *constituent un moyen très puissant* et méconnu jusqu'ici *pour déter-*

(¹) *Comptes rendus,* t. CXL, p. 378.

miner des variations brusques, héréditaires et progressives. A ce titre, elles ont dû jouer un rôle important dans l'évolution du règne végétal.

AGRONOMIE. — *Recherches sur la culture de l'Asperge dans l'Auxerrois.* Note de MM. **Eug. Rousseaux** et **Ch. Brioux**, présentée par M. Müntz.

Ayant constaté combien la plupart des cultivateurs d'asperges manquaient de bases précises pour l'établissement de la fumure de cette plante, nous avons pensé que ces recherches pouvaient leur être utiles.

En de nombreux points de la zone de sables infracrétacés, où l'Asperge est cultivée sur une grande échelle, nous avons prélevé des échantillons de sols et de sous-sols. Ces terres, de même origine géologique, sont profondes, bien ameublies et perméables, conditions favorables qui compensent en partie leur pauvreté originelle. Mais en raison de celle-ci, elles nécessitent des fumures assez abondantes et bien appropriées, pour fournir des rendements plus rémunérateurs que ceux qu'elles produisent d'ordinaire.

Nous avons établi les exigences de l'Asperge dans plusieurs centres importants de l'Auxerrois, d'une part d'après la détermination pondérale de tous les produits de la culture, d'autre part d'après l'analyse de chacun de ces produits.

De nos documents analytiques il résulte que les turions sont, comme aussi les fruits, riches en azote (dont près de la moitié à l'état d'asparagine), en potasse, puis en acide phosphorique, mais pauvres en chaux et surtout en magnésie; les tiges sont sensiblement moins riches, sauf en chaux. Les exigences de la plante, pour une production moyenne de 5087^{kg} d'asperges fraîches, correspondant à une production de matière sèche totale de 2427^{kg}, ont été, par hectare :

de $49^{kg},41$ d'azote,	soit de	$9^{kg},71$	pour la production de 1000^{kg} d'asperges fraîches accompagnées des produits subséquents de la culture (chicots, tiges, fruits).
de 11,69 d'acide phosphorique,	soit de	2,30	»
de 58,45 de potasse,	soit de	11,49	»
de 35,51 de chaux,	soit de	6,98	»
de 3,31 de magnésie,	soit de	0,65	»
de 9,10 d'acide sulfurique,	soit de	1,79	»

(Les chiffres de la seconde colonne permettront, à un cultivateur connaissant seulement la production de son aspergerie en turions, de calculer l'exportation totale de celle-ci en éléments fertilisants.)

Les asperges absorbent à elles seules les $\frac{29}{100}$ de l'azote exporté par l'ensemble de la production, les $\frac{40}{100}$ de l'acide phosphorique, les $\frac{22}{100}$ de la potasse et seulement les $\frac{4}{100}$ de la chaux.

Pour 1kg d'acide phosphorique exporté il y a :

	Pour l'ensemble de la production.	Pour l'absorption des asperges seules.
	kg	kg
Azote	4,23	3,11
Potasse	5,00	2,82
Chaux	3,04	0,36
Magnésie	0,28	0,06

Dans le premier cas, la potasse est la dominante; dans le second c'est l'azote.

Ce besoin de l'Asperge en acide phosphorique et en azote est encore proportionnellement plus grand pour les récoltes intensives.

Pour 100 d'azote, d'acide phosphorique et de potasse exportés par la récolte totale de 1ha, il y a dans les asperges :

Champs d'expériences.	Poids frais des asperges récoltées.	Azote.	Acide phosphorique.	Potasse.
	kg	kg	kg	kg
Lindry	3609	26,4	37,1	24,7
Charbuy	8246	37,3	48,8	26,7
Les Bries (1)	1763	14,6	23,6	12,9
Héry { sables forts	6592	31,4	41,3	22,6
Héry { sables légers	5224	29,8	39,1	21,0

La proportion de l'acide phosphorique exporté par les asperges, comparativement à la production totale, varie de 23,6 pour 100 pour une faible production à 48,8 pour 100 pour un fort rendement. La proportion de l'azote varie dans des limites un peu moins étendues. Nous ne pouvons ici que tirer cette conclusion pratique que plus le cultivateur s'efforcera d'augmenter son rendement, plus il devra mettre à la disposition des griffes des éléments assimilables. Enfin, nous ne saurions trop insister sur l'importance de l'acide phosphorique pour la production des turions, importance que l'on serait tenté de méconnaître si l'on ne considérait que le chiffre brut de l'exportation de cet élément.

Nous avons examiné, en outre, la fumure telle qu'elle est pratiquée dans

(1) Première année de récolte.

nos régions. Les fumiers et, plus encore, les composts sont pauvres; cependant, aux doses relativement élevées auxquels ils sont utilisés, ils apportent plus de principes fertilisants que la plante en emprunte au sol. Il semblerait qu'il n'y aurait pas lieu de leur adjoindre des engrais complémentaires. Ce serait une erreur. Certaines des matières fertilisantes, principalement l'azote, sont dans le sol l'objet de notables déperditions, que nous avons pu chiffrer approximativement pour ce dernier élément; d'où la nécessité de l'apport d'engrais complémentaires.

Nos documents sur la composition des sols, sur les exigences de la plante, sur les fumures locales et les considérations auxquelles elles ont donné lieu, nous ont permis d'établir des formules de fumures rationnelles. Nous les avons expérimentées pendant 3 années consécutives dans nos champs d'expériences et, en raison des résultats avantageux obtenus, nous pouvons les recommander aux planteurs.

Comme la culture de l'Asperge est bien loin d'offrir les différenciations que présentent beaucoup d'autres cultures, nos études pourront, dans une large mesure, être généralisées et servir à d'autres planteurs qu'à ceux de l'Auxerrois.

ANATOMIE. — *Sur l'existence de formations lymphoïdes globuligènes chez les Gammarides.* Note [1] de M. L. **Bruntz**, présentée par M. Yves Delage.

Dans une Note publiée dans le cours de la dernière année scolaire (*Comptes rendus des séances de la Société de Biologie*, t. LX, p. 134), j'avais rapporté que les globules sanguins des Gammarides (Crevettines) se régénéraient, chez les adultes, par division directe de globules en voie d'évolution et par division indirecte de jeunes globules circulants.

J'avais déjà été frappé par le petit nombre de mitoses trouvées sur des préparations de sang; ce fait s'explique par la présence, chez les Gammarides, de formations globuligènes que je viens de découvrir récemment. La division des globules circulants n'apparaît donc plus que comme un procédé accessoire de génération.

J'ai trouvé des formations globuligènes semblables, et semblablement disposées, chez une forme d'eau douce, abondante dans les environs de Nancy : *Gammarus pulex* L., et une forme marine, facile à se procurer à Roscoff : *Talitrus locusta* Latr.

---

(1) Présentée dans la séance du 24 décembre.

Dans ces deux espèces, l'organe globuligène est disposé dans l'angle dièdre formant le bord antérieur de la tête; il s'étend dans la partie médiane de cette région du corps, entre les deux yeux, au-dessus du point d'origine des antennes de la première paire. Par sa face antérieure, l'organe globuligène est en rapport avec l'épiderme des téguments, par sa face postérieure, avec une masse importante de tissu conjonctif adipeux et glandulaire.

Au point de vue histologique, l'organe globuligène est formé par deux petits amas de tissu lymphoïde qui se fusionnent dans la partie médiane de cette région du corps. Ce tissu lymphoïde est formé par des cellules de forme ovoïde plus ou moins allongées et qui, dans les régions les plus denses de l'organe, sont souvent déformées par pression réciproque.

Entre les cellules, dans les régions les moins denses, il existe des lacunes sanguines. Les éléments constitutifs présentent tous les caractères de cellules jeunes, ils possèdent un cytoplasme dense et fortement colorable; les noyaux cellulaires sont relativement gros, de forme sphérique ou ovoïde et se colorent également d'une manière intensive. De nombreuses cellules se laissent souvent reconnaître en voie de division indirecte.

Les cellules lymphoïdes sont maintenues en place, à l'aide de fibres formées par quelques cellules épithéliales allongées et par d'autres fibres qui se montrent en continuité avec le tissu adipeux. A travers les mailles de ce réseau s'échappent de jeunes cellules qui présentent tous les caractères des globules sanguins au premier stade de leur évolution.

Les formations lymphoïdes des Gammarides sont donc complètement analogues aux formations lymphoïdes des Caprellides dont j'ai récemment signalé l'existence (*Comptes rendus des séances de la Soc. de Biol. de Nancy*, 22 nov. 1906). Mais, alors que les organes globuligènes des Caprellides représentent en partie les glandes appelées « frontales » par Mayer (1882), les organes globuligènes des Gammarides ne correspondent pas aux « organes frontaux » de Della Valle (1893).

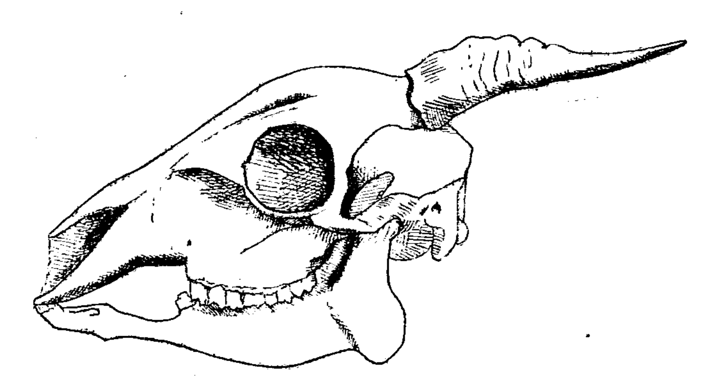
ZOOLOGIE. — *Sur une Antilope nouvelle du centre africain,* Cephalophus Leopoldi. Note de MM. **Maurice de Rothschild** et **Henri Neuville**, présentée par M. E. Perrier.

Depuis une précédente Note dans laquelle l'attention de l'Académie a été attirée sur d'importantes collections réunies dans l'Est africain et dont

une partie a déjà été soumise à l'étude ([1]), de nouveaux matériaux, venus notamment de la vallée de l'Ituri, ont encore accru ces collections. Parmi ces matériaux se trouvent de très intéressantes Antilopes ; nous nous proposons d'entretenir aujourd'hui l'Académie de l'une de celles-ci, qui, après étude, nous a paru nouvelle pour la Science.

Cette Antilope est un Céphalophe appartenant au groupe du *natalensis* A. Sm. ; il est plus particulièrement à rapprocher du *Cephalophus Harveyi* Thos. et du *C. nigrifrons* Gray, d'ailleurs très voisins l'un de l'autre, mais il s'en distingue par des particularités suffisantes pour justifier l'établissement d'une nouvelle espèce.

La forme des cornes, ainsi qu'il est facile de s'en rendre compte d'après la figure ci-dessous, rappelle ce qui s'observe dans les deux espèces précitées, mais elles sont beau-



Cephalophus Leopoldi nov. sp. ♂. — $\frac{1}{3}$ grandeur naturelle.

coup plus fortes; leur force est même assez exceptionnelle pour un Céphalophe. Elles sont, en outre, relativement unies à la base (voir la figure) et ne portent d'anneaux bien marqués que dans la partie moyenne. Bien que l'animal soit un mâle assez âgé, ce caractère de puissance des cornes ne paraît pas dû exclusivement au sexe et à l'âge, facteurs dont nous avons considéré toute l'importance par comparaison avec ce qui se passe dans d'autres espèces.

La coloration générale de notre spécimen rappelle celle du *natalensis;* elle est franchement rousse, un peu plus foncée sur le dos et plus sombre sur le cou et les épaules où les poils sont très courts. La touffe frontale, dirigée en haut ou légèrement en arrière, est assez forte et entièrement rousse, contrairement à ce qui se passe chez les

---

([1]) Exploration de l'Afrique orientale (*Comptes rendus*, 11 décembre 1905). Sur l'*Hylochœrus Meinertzhageni* O. Thos. (*Comptes rendus*, 12 mars 1906). Aperçu sur la faune malacologique des lacs Rodolphe, Stéphanie et Marguerite (*Comptes rendus*, 2 juillet 1906), etc.

C. Harveyi et *nigrifrons* et même chez le *natalensis,* mais elle est cependant d'une teinte un peu plus foncée, plus rougeâtre, que le reste de la coloration; les poils qui, au-dessus des oreilles, participent à sa formation, sont dirigés en avant. Le museau est noir, ainsi que le nez; la région frontale est légèrement piquetée de noir, mais ne rappelle en rien la teinte sombre observée, dans cette région, chez les *Cephalophus Harveyi* et *nigrifrons,* tandis qu'elle s'approche de celle du *natalensis.* Les oreilles sont terminées de noir; leur intérieur est blanc. La gorge est blanchâtre, les joues sont d'un gris fauve assez pâle de même que la partie antérieure du cou et la poitrine. Celle-ci est fauve noirâtre dans sa partie médiane de même que le ventre, à l'inverse de ce qui s'observe chez les *C. Harveyi* et *natalensis,* tandis que la région inguinale est blanchâtre. Les pattes sont foncées, surtout les pattes postérieures, qui rappellent ainsi celles du *nigrifrons,* tandis qu'elles s'écartent beaucoup de celles des *C. natalensis* et *Harveyi.* La queue, enfin, rousse dans sa partie antéro-supérieure, est terminée supérieurement par une ligne noire et, inférieurement, par d'assez longs poils blancs.

Les dimensions de cet animal, originaire de la vallée de l'Ituri (voisinage du poste d'Irroumou), sont les suivantes : longueur depuis la base des cornes jusqu'à la racine de la queue, $0^{m},81$; hauteur aux épaules, $0^{m},48$; hauteur à la croupe, $0^{m},545$; circonférence à la poitrine, $0^{m},56$. Le crâne mesure $0^{m},18$ de longueur basilaire, $0^{m},087$ de largeur maxima et $0^{m},10$ de l'orbite à l'extrémité de l'incisif. La corne a $0^{m},11$ de longueur sur $0^{m},027$ de diamètre maximum à la base.

En résumé, l'ensemble de ces caractères place notre Céphalophe dans un groupe très homogène, mais il se distingue des divers membres de ce groupe par des caractères assez nets pour qu'il soit permis d'en faire une nouvelle espèce; nous sommes heureux de le dédier à Sa Majesté le Roi des Belges qui a bien voulu faciliter, dans la forêt équatoriale du Congo, les recherches scientifiques dont nous présentons aujourd'hui l'un des résultats.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Influence d'une faible quantité d'émanation du radium sur le développement et la métamorphose des Batraciens.* Note de **M. P. Wintrebert**, présentée par M. Alfred Giard.

Des expériences précédentes ([1]) m'ont fait constater l'influence favorable des eaux radioactives de Plombières (Vosges) sur la croissance et la métamorphose de *Rana viridis,* mais ne permettaient pas de rapporter en toute certitude à la radioactivité les résultats obtenus. Pour arriver à une

([1]) *Comptes rendus de la Société de Biologie,* 10 février 1906.

conviction, j'ai effectué, dans le courant de cette année, une série de recherches avec l'eau ordinaire chargée artificiellement d'émanation. Je me suis servi, à l'encontre de la plupart des auteurs, de doses extrêmement faibles, et je suis resté dans les limites de la radioactivité que peuvent dégager les sources thermo-minérales.

Technique. — L'émanation, retenue dans un flacon fermé contenant une solution de bromure de radium ([1]) titrée et connue, est aspirée tous les 3 jours dans un tube de 400^{cm^3} de capacité, rempli à moitié d'eau ordinaire. Après agitation prolongée, cette eau, contenant le $\frac{1}{4}$ de l'émanation totale, est répartie, grâce à la pression d'une soufflerie, par l'intermédiaire de tubes de verre et de caoutchouc, au fond de divers flacons à deux tubulures, préalablement remplis d'eau sauf de la quantité nouvelle à recevoir. Les divers facteurs de développement autres que l'émanation ont été soigneusement égalisés dans chaque expérience.

A. — Expériences sur les œufs et les embryons, en espace réservé, mais non fermé.

I. *Œufs d'Axolotl.* — 1° *A l'air extérieur* (du 7 mars au 7 avril). Température froide. Les œufs sont placés dans six cristallisoirs recouverts d'une plaque de verre et contenant chacun 2^l d'une des solutions suivantes : eau neuve de la source Vauquelin (Plombières), eau vieille de la même source, des solutions artificielles d'émanation valant 20 fois, 2 fois, 1 fois cette source, eau ordinaire. Résultat : la légère avance observée au début dans les cristallisoirs à émanation ne s'accroît pas ensuite.

2° *A l'intérieur du laboratoire* (du 17 mars au 6 avril). 15° à 18°. On emploie six petits cristallisoirs, mieux obturés que les précédents par un couvercle à rainure, qui contiennent chacun 100^{cm^3} environ d'eau neuve Vauquelin, d'eau vieille Vauquelin, d'eau ordinaire valant 200, 20, 2 fois cette source, et d'eau simple; les œufs, au stade de fermeture du sillon médullaire, sont débarrassés de leur coque. On n'observe seulement qu'un ralentissement de croissance dans la solution la plus forte (200 V.).

II. *Œufs de Rana fusca.* (Mêmes solutions que pour œufs d'Axolotl). — 1° *A l'air extérieur.* 15 mars au 7 avril, température froide, œufs pondus nuit 14-15 mars.

Il existe une accélération minime dans les solutions d'émanation, plus accentuée dans la plus forte (20 V.).

2° *A l'intérieur du laboratoire.* 15°-18°. (*a*) 20 mars au 6 avril (pas de cristallisoir, 200 V.) : les œufs, fécondés artificiellement, sont en très légère avance dans les solutions d'émanation. (*b*) Une deuxième expérience du 31 mars au 6 avril, sur des œufs venant d'être pondus, montre l'influence destructive de la solution 200 V. sur les premiers stades de segmentation (délitement du vitellus à l'intérieur de la coque) et son action de ralentissement une fois le bourgeon caudal apparu.

([1]) Je dois les flacons de radium dont je me suis servi à l'obligeance de M. et Mme Curie.

B. — Expériences sur la croissance et la métamorphose.

Les larves d'Anoures, arrivées à la période où se développent les membres postérieurs, ont été sériées, dans une étude préliminaire, en 10 stades ([1]) dont le dixième comprend la régression caudale.

§ I. En espace réservé, incomplètement clos : 1. *Rana fusca.* 1° 3 juin au 17 juin : 120 têtards au sixième stade sont répartis en quatre aquariums recouverts d'une plaque de verre et contenant chacun 10^l de l'un des liquides suivants : solution d'émanation valant 500 fois et 5 fois la source Vauquelin, eau simple, eau bouillie refroidie. Le 17 juin, on compte, n'ayant plus que 1^{mm} de queue ou moins, 15 têtards eau simple, 17 eau 500 V., 22 eau 5 V., un seul eau bouillie.

2° 9 juin au 27 juin : Expérience semblable qui conduit à des résultats identiques.

2. *Alytes obstetricans.* — 8 août au 5 septembre : 3 solutions : eau 500 V., eau 5 V., et eau simple ; 23 têtards sont distribués dans chacune d'elles, à savoir : 7 stade IV, 9 stade V, 2 stade VI, 5 stade VIII. Le 5 septembre tous les têtards 5 V. ont dépassé le stade IX, tandis qu'il reste encore en deçà : 1 larve dans 500 V. et 3 larves dans E. S. De plus, 9 têtards 5 V. sont devenus grenouilles tandis que 7 seulement sont à cet état dans les deux autres lots ; parmi ceux-ci, les larves de 500 V., en cours de métamorphose, ont encore une légère avance sur les témoins.

§ II. En espace clos : *Alytes obstetricans.* — 1° 29 août au 12 septembre. Valeur de l'émanation : 133 Vauquelin et 1,33 V. ; $\times$ 5 le 6 septembre. Le 12 septembre, les larves les plus jeunes sont restées au même stade ; parmi les autres qui sont en cours de transformation, les plus avancées sont dans la solution faible, les plus en retard dans la solution forte d'émanation.

2° 18 septembre au 15 octobre. Émanation valant 10000 fois Vauquelin environ, 3 fois renouvelée. Résultats : un têtard en transformation met 24 jours à perdre sa queue ; les autres, moins âgés, restent d'abord stationnaires, puis finissent par périr d'atrophie au bout de 1 mois et demi à 2 mois.

Conclusions. — 1° L'émanation du radium, dissoute artificiellement dans l'eau, à une dose équivalente ou un peu supérieure à celle qui se trouve dans les eaux thermales radioactives de Plombières, détermine, comme celles-ci, *un effet favorable* sur le développement et la métamorphose des Batraciens.

2° Cette action, toujours légère, est plus accentuée à la période fonctionnelle de croissance que dans les premiers stades de l'ontogenèse ; elle est mise en valeur par la réunion des meilleures conditions susceptibles de hâter le développement.

3° L'émanation reste bienfaisante dans des limites d'intensité très

([1]) *Comptes rendus de la Société de Biologie,* 2 et 23 décembre 1905.

étendues; la quantité dangereuse est très supérieure à celle qu'on peut rencontrer dans les eaux minérales; les œufs, plus sensibles que les larves, meurent en des solutions (100 V.) qui sont encore favorables aux larves âgées.

4° Il semble justifié d'utiliser en thérapeutique l'émanation du radium au même titre que les eaux thermominérales radioactives. Un essai personnel effectué au mois d'août sous forme de bains confirme cette assertion.

PHYSIOLOGIE. — *Sommeil diurne et sommeil nocturne*. Note de M. N. Vaschide, présentée par M. Y. Delage.

Le problème de la physiologie du sommeil diurne et du sommeil nocturne peut se formuler comme il suit : Y a-t-il des différences psycho-physiologiques entre le sommeil nocturne et le sommeil diurne et, s'il y en a, quelles sont-elles, en dehors de toute question d'habitude ou d'aptitude biologique ?

Pour résoudre ce problème, j'ai constitué des expériences variées et nombreuses d'abord sur moi-même et les miens, ensuite sur quelques amis, enfin sur des sujets que leurs métiers obligeaient à veiller la nuit ou une partie de la nuit et se reposer pendant le jour. Les infirmières veilleuses, qui m'avaient servi comme sujets dans d'autres expériences, tout en alternant les heures de sommeil, ne peuvent pas servir à nous documenter d'une manière précise à ce sujet, car il est impossible de pratiquer sur de pareils sujets des expériences scientifiques détaillées et rigoureuses, même pour les données les moins délicates : la durée du sommeil. La manière dont on procède à l'examen des sujets est de toute importance, car l'appréciation des nombreux coefficients psycho-physiologiques du sommeil est une besogne des plus délicates.

Depuis plus de neuf ans que j'étudie expérimentalement le sommeil, je possède en tout 457 déterminations précises sur 41 sujets des deux sexes de tout âge, que j'ai pu d'ailleurs contrôler toutes les fois que l'occasion se présentait incidentalement. Une vingtaine de sujets appartenaient à des catégories de travailleurs obligés de veiller la nuit et dont le sommeil diurne était facilement contrôlable et sur lesquels il m'était possible de faire toutes les expériences désirées et sans prévenir le sujet. L'institution d'une pareille expérience peut toujours servir de genèse à une série de

causes d'erreurs, qui peuvent se systématiser facilement si l'on n'a pas connaissance de la difficulté des conditions déterminées de l'observation qu'on suit.

J'ai étudié en dehors de la durée du sommeil la mesure de la profondeur; j'ai examiné la sensibilité tactile et auditive, l'état des reflexes, la vitesse du pouls, la pression sanguine, les vaso-moteurs, l'état qualitatif du sommeil, la nature des rêves, sans oublier de noter l'influence de conditions biologiques et sociales qui doivent toujours être examinées sérieusement et le rôle de l'habitude.

De l'examen de mes courbes et de mes mesures je détache les quelques conclusions suivantes comme les plus importantes :

1° Le sommeil diurne est moins réparateur et moins reposant, en dehors de toute considération psycho-physiologique, quelles que soient sa durée et l'habitude du sujet, que le sommeil nocturne. Le sommeil diurne est un sommeil relativement plus superficiel et en tout cas moins continu ;

2° Toutes les fonctions de l'organisme, comme le battement du cœur, la pression sanguine, les mouvements respiratoires, la production de la chaleur, l'excitabilité réflexe, etc., diminuées ou ralenties automatiquement et presque d'une manière réflexe pendant le vrai sommeil, le sommeil nocturne, subissent des perturbations notoires pendant le sommeil diurne, en tant que rythme et constance. Ces fonctions sont généralement moins diminuées et elles n'arrivent que difficilement et d'une manière exceptionnelle à une régularisation réflexe.

3° Le sommeil diurne n'atteint que très rarement, et dans des cas d'épuisement ou de fatigue mentale ou physique extrême, la profondeur du sommeil nocturne. La pupille, rétrécie habituellement dans le sommeil profond normal, l'est moins dans le sommeil profond diurne; la dilatation, sous une excitation expérimentale, n'est pas aussi sensible et aussi réflexe. On réagit plus rapidement dans le sommeil diurne. La profondeur maxima du sommeil diurne arrive dans un espace de temps relativement plus long que pendant le sommeil nocturne. La courbe du sommeil diurne présente des oscillations de phases de sommeil et de réveil, et, pendant les premiers temps de la mutation du sommeil, les sujets avouent subir le sommeil par des rythmes d'assoupissement plutôt que du vrai sommeil.

4° L'habitude augmente relativement la durée du sommeil diurne, qui n'est guère égale à celle du sommeil nocturne, mais cette augmentation demande des semaines et même des mois de sommeil diurne. Les circonstances, et particulièrement l'obscurité complète et le silence, favorisent le

sommeil diurne. Il semble y avoir un rapport étroit entre l'obscurité de la nuit et la profondeur du sommeil nocturne, caractérisé par son automatisme spécial. Le sommeil diurne est généralement un sommeil attentif. Dans des cas de grande fatigue, le sommeil diurne, plus que le sommeil nocturne, n'est pas un vrai sommeil; il y a comme une paralysie physique qui laisse l'intelligence libre, mais légèrement hallucinatoire.

5° Le sommeil diurne a des rêves plus logiques, la trame onirique est plus saisissable et la mémoire des rêves plus riche; le réveil est plus rapide et le commencement du sommeil plus brusque que dans le sommeil nocturne. Qualitativement, le sommeil diurne diffère essentiellement du sommeil nocturne, et tous les sujets se plaignent longuement d'une sensation de fatigue qui ne les quitte pas.

MÉDECINE. — *Traitement par l'iode de la pustule maligne.* Note de M. **Andrès-F. Llobet**, présentée par M. Roux.

J'ai fait connaître, il y a plusieurs années les excellents résultats que j'ai obtenus de l'emploi interne de l'iode dans le traitement de la pustule maligne [1].

Actuellement, l'on ne discute plus la haute valeur thérapeutique de l'iode utilisé dans le traitement du charbon en injections limitantes autour du foyer altéré, mais il me paraît intéressant d'insister sur les propriétés de ce même agent administré *per os* sans intervention locale autre que des applications de compresses antiseptiques.

De 70 malades traités d'après ce procédé, soit dans ma clientèle privée, soit dans mon service de l'hôpital Rawson, de Buenos-Ayres, en plusieurs années à compter de 1891, je n'en ai perdu aucun, ce qui m'autorise à insister sur la valeur de la méthode qne j'utilise.

J'ai cherché à mettre en évidence par une série d'essais expérimentaux la valeur curative de l'iode administré par les voies digestives.

Mes premières expériences ont été réalisées sur des moutons et des chèvres, animaux particulièrement sensibles au charbon bactéridien. Mais, en raison de la disposition spéciale de l'estomac chez les ruminants, disposition qui compromet l'action du médicament, elles ont totalement échoué.

---

[1] A.-F. Llobet, *Onze années de pratique chirurgicale,* avec préface du professeur Ollier, 2 vol. Voir t. I, p. 92.

Tout au contraire, les essais entrepris sur le lapin ont été particulièrement démonstratifs, malgré l'extrême sensibilité de cet animal à la bactéridie charbonneuse.

Il convient d'utiliser pour l'expérience des lapins de forte taille du poids minimum de 2^{kg}, qui supportent sans trop de dommages l'ingestion répétée de doses faibles d'iode. L'iode doit être administré en solution aqueuse très étendue, à l'aide de la sonde œsophagienne, à des doses variant, suivant le poids des sujets, de 6^{mg} à 10^{mg} matin et soir, pendant tout le temps que dure l'expérience.

J'ai utilisé pour mes essais une bactéridie issue d'un cheval charbonneux; la dose de virus employée a été de 2 gouttes d'une culture en bouillon soigneusement émulsionnée, âgée de 78 heures.

Lorsque l'expérience est convenablement conduite, il est de règle de noter la survie des sujets traités, tandis qu'un nombre égal de lapins conservés comme témoins succombent en un temps variable de 60 à 80 heures.

L'on voit survivre, tout aussi bien que ceux qui ont reçu une dose préventive d'iode, les lapins chez lesquels ce produit a été administré seulement à partir de l'heure de l'inoculation virulente.

Par contre, le traitement cesse d'être efficace lorsqu'il est institué plus de 10 à 12 heures après l'insertion sous-cutanée du virus.

Enfin, il est nécessaire de prolonger le traitement durant 48 à 60 heures après la mort des témoins. La bactéridie semble disparaître assez lentement de l'organisme du lapin, puisqu'en cessant trop prématurément le traitement spécifique on assiste à l'éclosion d'accidents mortels 4 et 5 jours après l'insertion du virus.

Les résultats ainsi obtenus, à la suite d'une inoculation sûrement mortelle chez un sujet aussi sensible que le lapin au charbon bactéridien, mettent nettement en lumière les qualités thérapeutiques de l'iode administré par les voies digestives et corroborent les indications de mes constatations cliniques. L'iode semble donc bien constituer, ainsi que je le déclarais il y a quinze ans, l'agent thérapeutique par excellence de la pustule maligne.

GÉOLOGIE. — *Sur les charriages du versant nord des Pyrénées, entre la vallée de l'Ariège et le Roussillon.* Note de M. **Léon Bertrand**, présentée par M. Michel Lévy.

De nouvelles recherches me permettent de préciser les détails des charriages vers le Nord que j'ai indiqués déjà dans cette région et de les résumer de la façon suivante :

A. Le bord nord de la zone plissée qu'on doit rapporter aux Pyrénées proprement dites est marquée par un *chevauchement frontal,* qui se suit de Saint-Paul-de-Jarrat jusqu'à Padern avec une direction ouest-est; les terrains secondaires pyrénéens, du

Trias aux schistes albiens inclusivement et à l'exclusion de couches plus récentes, y ont été poussés sur un *substratum sous-pyrénéen* principalement formé, au contraire, de Crétacé supérieur et de Nummulitique avec rare développement de couches plus anciennes (massif primaire des Corbières et sa bordure). Cette série secondaire charriée paraît se relier vers le Sud à la couverture de la zone primaire centrale, mais la continuité est masquée par les nappes suivantes. D'autre part, le chaînon calcaire du Pech de Foix me semble être un témoin avancé de ce charriage; une bande triasique superposée au Crétacé supérieur le borde presque partout au Sud et reparaît au Nord, aux environs de Lherm, ainsi que dans l'axe de plusieurs plis obliques à sa direction générale; à la cluse de Péreille, le substratum montre des dolomies jurassiques et des calcaires urgoaptiens semblables à ceux de la nappe, mais très fortement plissés dans l'axe d'une voûte de terrains plus récents.

B. Sur cette nappe inférieure et reposant d'ordinaire sur les schistes albiens qui la terminent, vient une *seconde nappe*, formée des mêmes couches, mais où les calcaires sont fréquemment très marmorisés et souvent accompagnés par les intrusions lherzolitiques si bien étudiées dans leurs effets métamorphiques par M. A. Lacroix. De plus, les terrains secondaires de cette nappe ont souvent entraîné, à leur base, des paquets discontinus et plus ou moins importants de terrains primaires, venus évidemment de la zone primaire centrale située en arrière. Cette nappe n'est pas enracinée, sauf tout à fait vers l'Est, où elle montre un grand développement de Primaire (massif de l'Agly), tandis que sa couverture secondaire s'y réduit à quelques synclinaux isolés, pour se développer à nouveau largement dans la région d'Estagel et, de là, subir une brusque déviation au Nord-Est, que partage d'ailleurs aussi la nappe inférieure. J'ai déjà indiqué comment, par-dessus une voûte de Crétacé inférieur renversé, le massif de l'Agly se réunit à la zone primaire centrale. La couverture secondaire de celle-ci est parfois privée de ses termes inférieurs par étirement et réduite alors aux schistes albiens, qui manquent rarement à la base de la nappe B; pourtant cette dernière arrive, en quelques points, à reposer directement sur la zone primaire centrale : c'est ainsi que j'interprète le lambeau gneissique de la route de Lordat à Bestiac, qui repose sur du Carbonifère froissé à la base des calcaires marmoréens de Caussou, et ceux-ci même, sur une grande longueur, reposent directement sur la zone primaire axiale, dont ils simulent alors la couverture régulière.

C. Des lambeaux d'une *nappe supérieure* commencent à se montrer sur la précédente entre l'Aude et le Rébenty, marqués par des paquets primaires (lambeau de gneiss au nord-ouest du Clat et massif plus important et plus complet allant de Bessède à Galinagues en passant au nord d'Aunat et de Rodome) qui reposent sur les couches supérieures de la nappe B. Il est intéressant de noter que le paquet primaire de Bessède est couronné par un témoin de sa couverture secondaire ne présentant plus trace de la marmorisation de la nappe sous-jacente. C'est aussi à la même nappe que me semble devoir se rapporter le massif primaire du Saint-Barthélemy, qui est superposé aux calcaires de Caussou; vers l'Ouest il se sépare nettement, par une ligne de discontinuité allant d'Arnave au col de Rouy, du long massif qui va de Mercus aux environs de Saint-Girons et qui lui est tectoniquement inférieur.

Des témoins avancés des nappes B et C se rencontrent aussi en avant de leurs affleurements principaux: par exemple le lambeau dévonien du Picou de Freychenet et aussi

les chaînons de calcaire urgoaptien des gorges d'Able et de la serre d'Arquières, qui se montrent en pseudo-synclinaux reposant sur les marnes albiennes et sont, en réalité, des témoins d'une charnière anticlinale venant de la nappe B.

La ride des Petites-Pyrénées est manifestement en relation de position et d'origine avec le front primitif du chevauchement de la nappe inférieure, qui me semble être celle qui s'est avancée le plus loin, et cela nous donne une limite approximative de l'extension des nappes pyrénéennes vers le Nord. Par contre, nous ne connaissons pas leurs racines, à cause de l'absence de terrains secondaires au-dessus de la zone primaire centrale dans la région où il nous faudrait justement chercher l'origine des masses charriées et il me semble, d'ailleurs, que ce n'est pas l'érosion seule qui doit être rendue responsable de cette absence. L'allure générale des plis hercyniens a bien, dans les grandes lignes, orienté les accidents tertiaires; mais vers l'extrémité orientale des Pyrénées il y a indépendance des deux directions et l'origine des charriages tertiaires n'est certainement pas à chercher dans le fait que ce serait certains des plis anciens, qui affectent toute la masse du Primaire, qui auraient rejoué. Ces charriages seraient un phénomène moins profond, qui n'a affecté que la couverture secondaire et seulement la partie supérieure des terrains primaires de la zone axiale (en tenant compte naturellement de l'érosion antérieure aux dépôts secondaires), et il ne me semble pas s'être produit, lors des charriages tertiaires, de nouvelle compression tangentielle *importante* dans la partie profonde du massif ancien.

Si l'on examine, en effet, la façon dont se comportent les paquets primaires qui se rencontrent à la base des nappes, on arrive à la conviction qu'ils ont été entraînés *passivement* par les terrains secondaires qui les recouvrent et qu'ils n'ont joué aucun rôle actif dans le charriage. De plus l'absence irrégulière du Trias (et parfois d'autres couches secondaires plus élevées) à la base des séries secondaires charriées, montre bien que celles-ci ont glissé sur leur substratum primaire et n'en ont entraîné que des lames de charriages superficielles arrachées par adhérence. Cette hypothèse est confirmée par la remarque suivante : dans le sud de la feuille de Quillan, la zone primaire en place est surtout formée par les grands massifs granitiques de type très profond étudiés par M. A. Lacroix, où la digestion très intense n'a laissé subsister que quelques lambeaux calcaires dévoniens ou carbonifères. Au contraire, les paquets primaires charriés qui doivent provenir de cette région montrent un caractère bien moins profond : le granite y est plus schisteux et s'y montre en taches irrégulières au milieu d'une

série primaire dont les divers termes, à partir du Gothlandien ou même de l'Ordovicien, n'ont guère été touchés par le métamorphisme. Il me semble évident que ces paquets charriés représentent la partie supérieure des massifs profonds restés en place dans la zone centrale et que cette partie supérieure a été entraînée, en fragments discontinus, par les terrains secondaires qui s'étaient déposés par-dessus et qui, pour leur plus grande part, ont été transportés, là où nous les observons aujourd'hui, en nappes superposées.

GÉOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur d'anciennes expériences de M. Daubrée et de M. de Chancourtois relatives à l'imitation artificielle des chaînes de montagnes.* Note de M. **Stanislas Meunier.**

On a lu dans les *Comptes rendus* (1) une Note de M. Hirtz concernant la reproduction expérimentale des plissements lithosphériques. A cette occasion il y a lieu de présenter une remarque que n'eût pas manqué de faire M. Daubrée, dont j'ai eu l'honneur d'être le collaborateur actif pendant vingt-cinq ans.

On trouvera en effet, aux pages 385 et suivantes de ses *Études synthésiques de Géologie expérimentale* (2), un rapide résumé d'expériences qui consistaient à laisser revenir sur lui-même un ballon de caoutchouc surgonflé à la surface duquel on avait mis un enduit non contractile. « La tendance, dit l'auteur, qui se manifeste dans les rides, à prendre la forme d'arcs de cercle et à se disposer parallèlement entre elles présente, au moins dans les apparences, des analogies avec celle des grands traits de relief et de structure du sphéroïde terrestre.... Malgré ces différences faciles à constater, ajoute M. Daubrée, les phénomènes dont il vient d'être question semblent avoir une certaine analogie avec les phénomènes mécaniques qui se sont stéréotypés dans l'écorce terrestre comme s'il y avait quelque ressemblance dans les causes. » Dans le cours du Chapitre, des comparaisons sont faites entre les produits du laboratoire et divers accidents naturels, entre autres les « rayonnements de la surface lunaire ».

Ajoutons qu'un autre membre du Corps des Mines, avec qui j'ai eu également l'occasion de m'entretenir de Géologie expérimentale, M. Be-

(1) Séance du 24 décembre 1906, p. 1167.
(2) Vol. in-8° de 820 pages, Paris, 1879.

guyer de Chancourtois, a réalisé des expériences que celles de M. Hirtz reproduisent exactement, sauf en ce qui a trait à la complication, dont l'utilité n'est pas évidente, du ballon intérieur. Chancourtois a publié en 1878, dans le Volume de Compte rendu du Congrès international de Géologie, une Note intitulée : *Imitation automatique des chaînes de montagnes sur un globe,* illustrée de deux planches en héliogravure dont la figure donnée par M. Hirtz ne diffère par aucun trait essentiel, et bien qu'elles aient été présentées comme appuyant la théorie du réseau pentagonal.

Il semble qu'au point de vue de l'histoire de la Science, il n'était pas indifférent de rappeler des résultats acquis dès longtemps et que le travail actuel ne modifie pas sensiblement.

La séance est levée à 4 heures.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 24 DÉCEMBRE 1906.

Die Handschriften der antiken Aerzte. Griechische Abteilung, im Auftrage der Akademischen Kommission herausgegeben von H. DIELS. (Aus den *Abhandlungen der königl. preuss. Akademie der Wissenschaften der Jahre* 1905 *und* 1906.) Berlin, 1906; 1 vol. in-4°. (Accompagné d'un Opuscule donnant le plan du *Corpus medicorum antiquorum* dont la publication est entreprise sous les auspices de l'Association internationale des Académies.) (Présenté par M. Darboux.)

Nivellement général de la France. *Les abaques hexagonaux, nouvelle méthode générale de calcul graphique, avec de nombreux exemples d'application, notamment au calcul des profils en travers dans les projets de chemin de fer, de canaux, de routes,* etc., *à la poussée des terres, au calcul des intérêts composés, à plusieurs problèmes usuels de géométrie, au calcul des erreurs dans le nivellement,* etc.; par M. CH. LALLEMAND. Paris, 1885; 1 fasc., autographié, in-4°. (Présenté par M. Darboux.)

La vie des minéraux, la plasmogenèse et le bio-mécanisme universel; Conférences données à l'Institut des hautes études de l'Université nouvelle de Bruxelles, par le Dr JULES FÉLIX; texte autographié pages 1-43, suivi d'un *Album de plasmogenèse et de biologie comparée,* par le Dr J. FÉLIX, d'après les travaux et les microphoto-

graphies des professeurs HERRERA et Dr S. LEDUC (pl. I-XXVIII). Bruxelles, s. d.; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Armand Gautier.)

Guide pratique des falsifications et altérations des substances alimentaires, par PIERRE BRETEAU, préface par M. le Professeur CAZENEUVE; avec 8 planches coloriées et 143 figures. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1907; 1 vol. in-8°; 2 exemplaires. (Présenté par M. Armand Gautier, pour le Concours du prix Bellion de l'année 1907.)

La terre arable, par J. DUMONT. [*Encyclopédie de l'Agriculture et des Sciences agricoles* (*Chimie agricole*).] Paris, Charles Amat, 1907; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Maquenne.)

Ferrum, poème latin écrit en 1717 par le P. XAVIER DE LA SANTE, de la Société de Jésus, professeur de Rhétorique au Collège Louis-le-Grand, et traduit en vers français par F. OSMOND, ingénieur métallurgiste. En vente, au profit de la *Société de secours des Amis des Sciences*, chez le traducteur, 83, boulevard de Courcelles. Paris, 1906; 1 fasc. in-12. (Présenté par M. Darboux.)

Icones mycologicæ, par ÉMILE BOUDIER; 3e série, fasc. 11. Paris, Paul Klincksieck, décembre 1906; 1 pochette in-4°, contenant 20 planches coloriées. [Les 1re et 2e séries (fasc. 1-10) de cet Ouvrage, qui a obtenu cette année le *prix Montagne*, ont été déposées à la Bibliothèque.]

Sur la mesure des constantes magnétiques, par GEORGES MESLIN. (Extr. des *Annales de Chimie et de Physique*, 8e série, t. VII, février 1906.) 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Resumen de las observaciones meteorologicas efectuadas en la peninsula y algunas de su islas adyacentes durante los años 1899 *y* 1900, ordonado y publicado por el Observatorio de Madrid. Madrid, 1906; 1 vol. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 31 DÉCEMBRE 1906.

Observations de nébuleuses et d'amas stellaires, par M. G. BIGOURDAN; t. II : *Observations différentielles* : $II^h 0^m$-$IX^h 0^m$. Paris, Gauthier-Villars, s. d.; 1 vol. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Carl Friedrich Gauss Werke; Bd. VII. *Theoria motus corporum cœlestium in sectionibus conicis Solem ambientium*. Herausgegeb. v. der *königl. Gesellsch. der Wissenschaften zu Göttingen*. Leipzig, B.-G. Teubner, 1906; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Darboux.)

Études optiques en lumière convergente : Signe optique et lignes incolores dans les cristaux. Déviation de la vibration du polariseur pour les lentilles du microscope, par G. CESÀRO. Bruxelles, 1906; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Michel Lévy.)

Contribution à l'étude des Annélides Polychètes de la mer Rouge, par M. CHARLES GRAVIER (suite). (Extr. des *Nouvelles archives du Muséum*, 4e série, t. VIII.) Paris, Masson et Cie, s. d.; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Edmond Perrier.)

Les Aliments : Chimie, Analyse, Expertise, Valeur alimentaire, par A. BALLAND. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1907; 2 vol. in-8°. (2 ex. présentés pour un des Concours de 1907.)

Une expérience de choc, par le Comte de MAUPEOU D'ABLEIGES. (Extr. du *Bull. de*

l'Association technique maritime; session de 1906.) Paris, Gauthier-Villars, 1906, 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Appréciation et nouvelles observations sur l'emploi du sérum anti-tuberculeux du Dr Viguier de Maillane, par différents confrères. (Extr. de l'*Écho médical des Cévennes,* 1906.) Nîmes, 1906; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Essai sur les origines. Pourquoi la Terre tourne, par le Dr Coste de Lagrave. Paris, A. Maloine, 1906; 1 fasc. in-8° (en feuilles d'épreuves).

La circoncision au point de vue scientifique, par Jean Softa. Botosani (Roumanie), imp. Segall et Marcu; 1 fasc. in-8°.

Balanza algebraica para obtenere las raices reales de las ecuaciones, por D. Paulino Castelli Vidal. Madrid, s. d.; 1 fasc. in-8°.

Annales de la Société géologique de Belgique, t. XXX, 3e livraison. Liége, 1902-1906; 1 vol. in-8°.

Verslag omtrent de te Buitzenzorg Gevestigde technische afdeelingen van het departement van Landbouw, 1905. Batavia, G. Kolff et Cie, 1906; 1 vol. in-8°.

Annaes scientificos da Academia polytechnica do Porto; vol. I, nos 1-4. Coïmbre, 1905-1906; 4 fasc. in-8°.

Fennia. Bulletin de la Société de Géographie de Finlande; 19-22. Helsingfors, 1902-1905; 5 fasc. in-8°.

Société des Sciences de Finlande, Acta, t. XXXII. *Oefversigt,* t. XLVII. *Bidrag,* t. LXIII. Helsingfors, 1905-1906; 1 vol. in-4° et 2 vol. in-8°.

Bericht der Senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft in Frankfurt am Main, 1906; mit 4 Tafeln und 2 Karten. Francfort-sur-le-Mein; 1 vol. in-8°.

Astronomical and magnetical and meteorological observations made at the Royal Observatory, Greenwich, in the years 1902 *and* 1903. Édimbourg, 1904-1905; 2 vol. in-4°.

New reduction of Groombridge's circumpolar catalogue for the epoch 1810.0, by Frank-Watson Dyson and William-Grasett Thackeray, under the direction of Sir William-Henry-Mahoney Christie. Édimbourg, 1905; 1 vol. in-4°.

Telegraphic determinations of longitude made in the years 1888 *to* 1902, under the direction of Sir W.-H.-M. Christie. Édimbourg, 1906; 1 vol. in-4°.

Results of measures made at the Royal Observatory, Greenwich, under the direction of W.-H.-M. Christie, *of photographs of the Sun taken at Greenwich, in India and in Mauritius, in the years* 1902 *and* 1903. Édimbourg, 1904-1905; 2 fasc. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 3 décembre 1906.)

Note de M. *Yégounow*, Diffusion des solutions de $CuSO^4$ dans la gélatine :

Page 883, ligne 6, *au lieu de*

$$b = \frac{2,01}{0,3} 6,7,$$

lisez

$$b = \frac{2,01}{0,3} = 6,7;$$

Page 884, ligne 12, *au lieu de*

$$\frac{c_1}{c_2} = \frac{K_1}{a_1^2} : \frac{K_2}{a_2^2} = \frac{\log\left(\frac{A}{M_1}\right)}{\log\left(\frac{A}{M_2}\right)},$$

lisez

$$\frac{c_1}{c_2} = \frac{K_1}{a_1^2} : \frac{K_2}{a_2^2} = \frac{\log\left(\frac{A}{M_2}\right)}{\log\left(\frac{A}{M_1}\right)}.$$

FIN DU TOME CENT QUARANTE-TROISIÈME.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JUILLET — DÉCEMBRE 1906.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME CXLIII.

A

B

C

CHIMIE ANALYTIQUE.

CHIMIE INORGANIQUE.

CHIMIE ORGANIQUE.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE.

Pages.

CHIMIE PHYSIQUE.

CHIMIE VÉGÉTALE.

CRISTALLOGRAPHIE.

D

E

ÉLECTRICITÉ.

F

G

GÉOLOGIE.

H

I

L

M

MATHÉMATIQUES.

MÉCANIQUE.

MÉDECINE.

O

P

PALÉONTOLOGIE.

PATHOLOGIE.

PHYSIOLOGIE.

PHYSIQUE.

PHYSIQUE DU GLOBE.

Q

R

S

T

U

V

Z

TABLE DES AUTEURS.

A

B

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

U

V

W

Y

Z

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
38554 Paris. — Quai des Grands-Augustins, 55.